Manifiesto por la oscuridad

Traducido a 13 idiomas
LIBRO DEL AÑO
Financial Times
Waterstones
Best seller internacional

CÓMO LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA AMENAZA NUESTROS RITMOS DE VIDA

Johan Eklöf

ROSAMERÓN

Manifiesto por la oscuridad

Traducido a 13 idiomas
LIBRO DEL AÑO
Financial Times
Waterstones
Best seller internacional

CÓMO LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA AMENAZA NUESTROS RITMOS DE VIDA

Johan Eklöf

ROSAMERÓN

«Todavía hay vida
en la oscuridad
de la noche.
Recuperémosla,
hagámosla nuestra.»

EDITORIAL
ROSAMERÓN

Manifiesto por la oscuridad

CÓMO LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
AMENAZA NUESTROS RITMOS DE VIDA

JOHAN EKLÖF

Traducción de Francesc Esparza Pagès

Derechos exclusivos de la presente edición en español

© 2023, editorial Rosamerón, sello de Utopías Literarias, S.L.

Mörkermanifestet, 2020, Natur & Kultur

Primera edición: octubre de 2023

© 2022, Johan Eklöf

© 2023, Francesc Esparza Pagès, por la traducción

Publicado de acuerdo con Sebes & Bisseling Literary Agency Scandinavia.

Imagen de cubierta: © 0802290022/iStock

Imágenes de interior: © Paul Colley, Marc Calleja López, solarseven, ricardoreitmeyer, 0802290022 e lyulka/iStock © Alla Koala, Pavel Sevryukov, alexlesko, Maria Pilar Martinez Aguerri, Grapict Studio, Alexey Yakovenko, Galina Kamenskaya, Ponomariova_ Maria/iStock

ISBN (papel): 978-84-126616-6-8

ISBN (ebook): 978-84-126616-7-5

Diseño de la colección y del interior: J. Mauricio Restrepo

Todos los derechos reservados. Queda prohibida, salvo excepción prevista por la ley, cualquier forma de reproducción, distribución y

transformación total o parcial de esta obra por cualquier medio mecánico o electrónico, actual o futuro, sin contar con la autorización de los titulares del copyright. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs., Código Penal).

Gracias por comprar una edición autorizada de este libro y por tanto respaldar a su autor y a editorial Rosamerón. Te animamos a compartir tu opinión e impresiones en redes sociales; tus comentarios, estimado lector, dan sentido a nuestro trabajo y nos ayudan a implementar nuevas propuestas editoriales.

editorial@rosameron.com

www.rosameron.com

Índice

Manifiesto por la oscuridad

Prólogo. La desaparición de la noche

PARTE I. La contaminación lumínica

El ciclo de la oscuridad

Experiencias en la oscuridad

El planeta iluminado

El efecto aspiradora

La extinción del impulso de apareamiento

Mortalidad masiva

PARTE II. La noche como nicho ecológico

Ver en la oscuridad

El ojo

Sentidos nocturnos

Animales del crepúsculo

Cantando a una luz indebida

Las linternas de la naturaleza

La primavera silenciosa

La brújula en el cielo nocturno

Ciudades deslumbrantes

Un falso verano

Una noche sin fruto

Fuegos artificiales

Donde el mar aguarda

Romance a la luz de la luna

Corales pálidos

En la penumbra

Ecosistemas en flujo

Servicios nocturnos

PARTE III. La humanidad y la luz del cosmos

Los tres crepúsculos

Materia oscura

Midiendo el cielo nocturno

Las lágrimas de san Lorenzo

¿Una sola luna?

El instante azul

Un cielo gris amarillento

Luces industriales

Cuando los relojes se desajustan

La luz que nos enferma

PARTE IV. Elogio de las sombras

Un bálsamo para el alma

El elogio de la sombra

Luces de diodo

El turismo de la oscuridad

El parque de la oscuridad

Conversaciones en la oscuridad

La oscuridad al final del túnel

EL MANIFIESTO POR LA OSCURIDAD

Agradecimientos

Recursos para leer y escuchar más

Fuentes

Prólogo

La desaparición de la noche

MI LINTERNA ILUMINA EL DIBUJO DE UN DEMONIO pintado en negro. A primera vista, da la sensación como si el haz de luz surgiera de la boca de aquel ser con cola de serpiente, como si este, en un vano intento por engullirlo, hubiera sido atravesado sin compasión: la luz aniquila a la criatura de la oscuridad.

Me hallo en una iglesia del siglo XVIII, en cuyas paredes figuran pinturas con escenas bíblicas. En ellas el pintor incluyó diablos y otros seres de aspecto horripilante para recordar a los fieles los tormentos que nos aguardan en el infierno. Aunque puede que la intención del pintor fuera otra, tal vez quisiera señalar nuestro poder para vencer a los peligros que habitan en la oscuridad. Observo las alas de murciélago de aquella criatura: tradicionalmente, la Iglesia ha visto en los murciélagos a los secuaces del diablo, bestias inmundas, hijos de las tinieblas y enemigos por tanto de la luz de Dios. No deja de ser irónico que estos mamíferos hayan elegido tan a menudo las iglesias rurales para construir sus nidos.

Sigo explorando. Un breve tramo de escaleras me conduce hasta la pequeña puerta que lleva al ático. Los viejos tablones de madera rebosan de guano y restos de alas de mariposa, rastros evidentes de que en la iglesia mora el murciélago orejudo marrón. Por entre las lamas, asoma el parpadeo del crepúsculo, cada vez más débil. Afuera, el cielo ha adquirido un tono azul marino. El aire húmedo de la noche eleva hasta el ático un agradable aroma a hierba recién cortada, alquitrán y madera calentada por el sol. A esa hora tardía, los murciélagos no están dispuestos a dejarse ver bajo los aleros, así

que decido salir y dirigirme al cementerio para poder contemplarlos en la noche veraniega.

Una tras otra, aquellas criaturas despegan desde la techumbre de la iglesia en busca de las sombras protectoras de los árboles cercanos. Planean en una danza irregular cerca del rojo edificio de madera, alrededor de los setos y las copas de los árboles, en busca de insectos. Pronto se habrán desvanecido, engullidas por la noche.

Durante los últimos siglos, las iglesias del norte de Europa se han convertido en un importante refugio para numerosas especies de animales y plantas. Año tras año, el murciélago orejudo elige los primeros días de verano para mudarse a las torretas y los tejados de estos edificios, donde engendrará a nuevas generaciones. En la década de 1980, dos tercios de las iglesias del suroeste de Suecia contaban con su propia colonia de murciélagos; en solo cuarenta años, sin embargo, la situación ha cambiado sensiblemente. Un estudio que realicé junto a varios colegas demostró que el número de murciélagos se ha reducido en un tercio, por culpa, sobre todo, de la contaminación lumínica de las iglesias, que actualmente a menudo permanecen iluminadas toda la noche por modernos focos. Como consecuencia, tras siglos hallando cobijo en los recovecos de estos edificios, los murciélagos están desapareciendo de estos lugares. De forma lenta, pero segura, y puede que para siempre.

Sentado en el cementerio, bajo el cielo estrellado del mes de julio, distingo otros animales que se han decidido a hacerme compañía: un erizo, un par de escarabajos que se abren camino entre la hierba, un puñado de tábanos que danzan sobre las lápidas como espíritus nocturnos. Mi alma se sosiega, las vivencias del día ceden su lugar a experiencias más sutiles mientras, poco a poco, mis ojos se acomodan a la creciente oscuridad. He entrado en otra dimensión que pocos hoy se toman el tiempo de visitar.

No solo los murciélagos y yo disfrutamos de la oscuridad. Otros mamíferos, como el erizo que ha elegido esta hora tardía para salir de su escondrijo, se muestran más activos al ponerse el sol. La mitad de los insectos del planeta son nocturnos, y numerosos informes aparecidos durante los últimos dos años alertan también sobre su desaparición. Muchas son las causas que se apuntan tras este fenómeno: la silvicultura, la contaminación del terreno, la

agricultura a gran escala, el cambio climático… Pocas veces se menciona la luz. Y, sin embargo, uno de los insectos cuya población se está reduciendo con mayor celeridad es la polilla. En su búsqueda de néctar, las polillas intentan orientarse guiándose por la luna. Hoy, muchas no llegan siquiera a emprender el vuelo, pues las luces omnipresentes les transmiten la impresión de que está a punto de amanecer; otras, desorientadas, mueren por puro agotamiento o víctimas de sus depredadores sin haber cumplido su misión polinizadora, de la que dependen numerosas plantas. La mayoría habremos visto el fenómeno más de una vez: cientos de polillas revoloteando agolpadas bajo una farola, fascinadas por su intenso brillo. Tanto en pueblos como en ciudades, la luz atrae a los insectos procedentes de los bosques y campos cercanos, y al hacerlo destruye ecosistemas enteros.

La iglesia que acabo de visitar carece de iluminación, pero aun así algo de luz llega hasta ella. En parte se debe a los fanales dispuestos en los senderos, pero también al tenue rastro anaranjado que los pueblos más cercanos dejan en el cielo. Ese rastro forma parte de lo que llamamos contaminación lumínica, término con el que nos referimos a aquella luz superflua que impacta negativamente en nuestras vidas y nuestros ecosistemas.

Si bien el concepto fue acuñado por los astrónomos, hoy en día ecólogos, fisiólogos y neurólogos lo usan por igual en sus estudios sobre los efectos de la desaparición de la noche. La contaminación lumínica no atañe únicamente a estrellas o insectos, implica a todos los seres vivos, nosotros incluidos. Desde que nuestro planeta existe, al día lo ha seguido la noche, y cada célula de cada ser vivo se ha adaptado para operar en armonía con ese ciclo. La luz natural nos permite ajustar nuestro ritmo circadiano interno y tiene una influencia fundamental en nuestras hormonas y en multitud de procesos orgánicos.

Hasta hace unos ciento cincuenta años, cuando la bombilla hizo su aparición, estos procesos se desarrollaban de forma lenta y progresiva. Sin embargo, las modernas luces de las calles y los reflectores han alterado esa situación por completo. Hoy, la luz artificial hace que numerosos pájaros canten en plena noche, desorienta a las crías de tortuga y las guía en la dirección

equivocada, o interfiere en el ritual de apareamiento de los corales bajo la luz de la luna.

Nuestro deseo de iluminar el mundo nos ha permitido contemplar la fascinante imagen de la Tierra brillando en la oscuridad del espacio. De noche, nuestras ciudades se hacen visibles en la lejanía del cosmos, en la que quizá sea una de las señales más evidentes de la nueva era en la que nos hallamos: el Antropoceno, la era de los humanos. Y en cambio, quienes habitan en esas mismas ciudades apenas son capaces de atisbar una sola estrella en el firmamento, y son muy pocos los que han tenido la oportunidad de contemplar alguna vez la Vía Láctea. El cielo nocturno, con sus impresionantes perspectivas y las estrellas fugaces que lo surcan, nos ha sido vedado.

Si bien para muchos no es aún del todo conocida, la contaminación lumínica constituye un campo de investigación cada vez más prolífico, y es probable que su estudio nos lleve pronto a regular las emisiones lumínicas de manera tan estricta como las sonoras. No obstante, luz y oscuridad no son una mera cuestión de blanco o negro: las luces LED, las mismas que han permitido una explosión de la iluminación de jardines privados y aparcamientos industriales, podrían paradójicamente brindarnos una solución al problema, permitiéndonos programar y regular la luz artificial y adaptarla a las condiciones naturales. Lograrlo está en nuestras manos, si así lo queremos.

Mi propósito con este libro es explicar el impacto que la oscuridad y la noche tienen sobre el conjunto de los seres vivos. En él compartiré experiencias y pensamientos fruto de mis veinte años al servicio de la noche como viajero, estudioso de los murciélagos y amigo de la oscuridad. Espero que sus páginas sirvan de inspiración para otros y se conviertan en un recordatorio del daño que puede causar la luz artificial y de la importancia de permitir a la noche formar parte de nuestras vidas.

PARTE I

LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

EL CICLO DE LA OSCURIDAD

La Mimosa pudica posee una cualidad peculiar. Es una planta sensible al tacto: cuando uno roza sus hojas, estas se cierran de inmediato como un paraguas, como si la planta entera se marchitara. La mimosa repite este mecanismo al caer la noche; por la mañana, abre de nuevo sus hojas, que como antenas parabólicas giran buscando la luz del sol. En un experimento, el científico francés Jean-Jacques Dortous de Mairan (1678-1771) encerró durante unos días un ejemplar de Mimosa pudica en una habitación totalmente a oscuras, y descubrió que cuando afuera se hacía de día sus hojas se abrían, aunque no estuviera expuesta a la luz. De algún modo que Mairan jamás logró explicar, la planta era capaz de sentir la presencia del sol.

No fue hasta la segunda mitad del siglo pasado, con los avances en genética, que el misterio sería finalmente resuelto. En la década de 1960, el biólogo y genetista Michael W. Young llevó a cabo varios estudios sobre el comportamiento de la mimosa y otras plantas en diferentes momentos del día, que le permitió investigar sobre el reloj biológico que poseemos los seres vivos. En 2017, Young compartió con Jeffrey C. Hall y Michael Rosbash el Nobel de Fisiología y Medicina por haber logrado aislar el gen que controla el ritmo circadiano en todas las especies, desde las bacterias al ser humano. El ritmo circadiano, que puede considerarse como nuestro reloj interno de alimentación y sueño, nos acompaña desde el principio de los tiempos, siguiendo la progresión natural del día, de la oscuridad a la luz y viceversa.

A lo largo de miles de millones de años, nuestro planeta ha visto alterada su forma, en ocasiones de manera progresiva, otras como consecuencia de eventos repentinos. Cordilleras y mares aparecen y se desvanecen, los ríos cambian su curso, y nuevas especies nacen y se extinguen. Ni siquiera los polos magnéticos son puntos fijos: en estos precisos momentos, el polo norte magnético está

desplazándose hacia el este, desde el norte de Canadá hacia Siberia, a razón de varios kilómetros al año. Pero hay algo que ha permanecido más o menos constante: la alternancia entre el día y la noche. El sol siempre se ha puesto por el oeste y ha vuelto a salir por el este, y entre uno y otro instantes, el mundo se sume en la oscuridad.

La duración del día, sin embargo, no siempre ha sido la misma. Los relojes atómicos modernos nos permiten saber que la rotación de la Tierra está disminuyendo muy lentamente, y que de forma imperceptible los días van haciéndose más largos, el día y la noche duran ligeramente más. No es un cambio espectacular: apenas dos milisegundos por siglo, pero si ha seguido siempre el mismo ritmo, podemos deducir que, cuando las primeras formas de vida aparecieron en nuestro planeta hace más de tres mil millones de años, el día duraba la mitad que el nuestro.

Son muchas las teorías sobre dónde surgió aquella primera forma de vida, consistente en poco más que moléculas que se autorreplicaban. Ya sea en las profundidades del mar, bajo espesas capas de hielo o en el lodo acumulado entre las grietas de las montañas, el caso es que los primeros organismos unicelulares se desarrollaron rápidamente, favorecidos por las inmensas posibilidades que aquel mundo inexplorado les ofrecía.

Las cianobacterias o algas verdeazuladas no tardaron en extenderse por los océanos. Aquellos organismos, capaces de nutrirse de la energía de los rayos del sol que incidían sobre la superficie de las aguas y de crear oxígeno, desempeñaron un papel crucial en la composición química de la atmósfera, a la que aportaron enormes cantidades de oxígeno que permitieron el desarrollo de la vida tal y como la conocemos. Su maquinaria interna sentó las bases para el desarrollo y la fotosíntesis de las plantas, en un ritmo que se ha propagado generación tras generación.

El primer organismo pluricelular que vio la luz del día apareció hace unos 620 millones de años, cuando los días duraban alrededor de veintidós horas. Decir que vio la luz no es del todo correcto: aún tenían que pasar varios millones de años antes de que existieran órganos del sentido lo bastante avanzados como para poder llamarlos ojos. Durante este tiempo, innumerables formas de vida,

muchas de las cuales se extinguieron hace cientos de millones de años, gozaron de la oportunidad de prosperar en medio de exuberantes alfombras de algas, sin necesidad de desplazarse ni riesgo de ser cazados por depredadores. Cada día, la luz del sol penetraba en la superficie del agua e iba diluyéndose en su avance hacia las profundidades. Cada noche, la acción de la luz se detenía y dejaba paso a la oscuridad. La vida se adaptó a estos cambios desde el principio.

Nuestro reloj biológico es parte, pues, de un fenómeno antiguo y universal. Todo cuanto hoy existe se ha desarrollado en un mundo cuyos componentes se ven afectados por el ciclo del día y la noche. Nuestros cuerpos esperan luz y oscuridad en ciclos recurrentes de noches más largas o más cortas en función de la estación del año. Cada organismo se ha adaptado para hacer uso de ese reloj de maneras distintas: la mimosa recoge sus hojas por la noche, mientras que la orquídea mariposa, por el contrario, despierta e intensifica su fragancia para atraer a las polillas. Las abejas y otros insectos diurnos ceden su turno a los polinizadores nocturnos. Todas las especies, desde las eternas cianobacterias hasta los murciélagos o los seres humanos, estamos sometidos al mismo mecanismo fundamental, con independencia de nuestro hábitat o nuestro ciclo de vida.

La luz y la oscuridad son las responsables de calibrar ese reloj biológico. Aun sin contar con información sobre los cambios en el entorno, nuestro mecanismo interno sigue latiendo a un ritmo regular a lo largo del día. La luz de la mañana señala el comienzo de la jornada, y con ella el inicio de un nuevo ciclo. El reloj prosigue su funcionamiento durante el día, adaptado a las variaciones en la intensidad de la luz del sol, hasta el atardecer y finalmente la caída de la noche. La luz artificial de lámparas, faros y proyectores no entra en esta ecuación, y ello, por decirlo suavemente, entraña el riesgo de alterar el sistema.

EXPERIENCIAS EN LA OSCURIDAD

Por lo general, para mi inventario nocturno intento elegir un rincón tranquilo, a poder ser no muy lejos de algún lugar donde haya agua. Me siento, me sirvo una taza de café del termo y dejo que mi mente absorba las impresiones del crepúsculo mientras cae la oscuridad, la temperatura desciende y el vapor del recipiente se mezcla con la neblina que cubre el agua. Poco a poco, el canto de los pájaros va dejando paso al sonido ronco del saltamontes de cuernos largos, que suena cada vez más agudo. El bosque se convierte en un telón verde oscuro. En verano, en las latitudes septentrionales el paso del día a la noche puede prolongarse mucho: la luz y la actividad ceden sutilmente su espacio a la oscuridad, de modo que los animales del día se encuentran con los de la noche y el trino de los pájaros cantores coincide con el sonido de la becada, cuyo veloz vuelo indica la llegada del crepúsculo. En contraste, en los trópicos el cambio sucede a toda velocidad, como si alguien moviera los decorados en un teatro: el escenario y la audiencia siguen siendo los mismos, pero la luz cede su lugar a las sombras y a los nuevos actores que pululan en ellas.

A veces los murciélagos se demoran un poco en aparecer. El infinito es aquí primordial. A la larga, mi trabajo resulta más eficaz si me permito ciertas pausas y dejo que la oscuridad vaya cayendo a su ritmo. Puede que sumergirme en la naturaleza no mejore mi trabajo de campo, pero sí lo hace más armonioso con cuanto me rodea. Si hiciera uso del móvil o de internet, con sus pings luminosos y audibles, no solo perdería mi visión nocturna, sino también mi enfoque.

Por el mismo motivo, rara vez uso linterna. De lo contrario, mis ojos no serían capaces de distinguir a los escarabajos cuando cazan diminutos insectos, ni el lento avance de las babosas o el resplandor único que adquieren las telarañas al reflejar la luz de la luna. Mucho es lo que se me pasaría por alto, como el brillo de los

hongos. En efecto, algunos hongos cuentan con mecanismos de bioluminiscencia similares a los de las luciérnagas o de ciertas formas de plancton como la chispa de mar: con su luz, atraen a moscas, escarabajos u hormigas, quienes luego esparcirán sus esporas. Si bien este fenómeno es más común en los trópicos, también en Europa existen especies como el hongo de la miel, cuyo micelio posee un tenue brillo verde. Se cree que en otros tiempos los humanos nos servíamos de ramas de roble infestadas por estos hongos para guiarnos por la noche, y puede que aquellos animales que cuentan con mejor visión nocturna que nosotros se sirvan de ellos a modo de faros en el camino.

Resulta fascinante imaginar de qué modo los animales nocturnos experimentan su existencia en la oscuridad, cómo interpreta su cerebro los estímulos sensoriales que recibe. Cerca de donde vivo hay cientos de flores blancas de la especie Silene nutans. Durante el día, estas humildes flores apenas llaman la atención, pero cuando la luna aparece, brillan, en un fenómeno que para nosotros conlleva una escena de sutil belleza, pero que para los animales con sensibilidad al espectro ultravioleta aparece como si el suelo fuera una pista de baile fluorescente. Limitados por nuestros sentidos humanos, somos incapaces de entender la experiencia que estos animales viven: tal vez las cámaras y la tecnología nos ayuden a hacernos una idea aproximada, pero jamás podremos ver como los insectos o los gatos. En su famoso ensayo «¿Qué se siente al ser un murciélago?» el filósofo Thomas Nagel sostenía que el lenguaje humano es tan capaz de describir qué es ser un murciélago como qué es ser un extraterrestre. Únicamente un individuo de una misma especie puede entender las experiencias de sus congéneres, y aun así, si llevamos el razonamiento de Nagel más allá, ni siquiera somos plenamente capaces de ponernos en la piel de otro ser humano. Únicamente contamos con nuestros sentidos, nuestros filtros e interpretaciones.

Pero cuando uno se aleja por un momento del frenesí diario, se sienta a observar y deja que la oscuridad lo rodee, la vida nocturna comienza a dejarse sentir con más claridad. Nuestros otros sentidos empiezan a aflorar: lentamente, comenzamos a percibir cómo cambian los sonidos y las fragancias. Sientes la humedad del aire en la piel, percibes el sugerente e inconfundible zumbido del

chotacabras, que emprende el vuelo en el crepúsculo. Puedes oír el croar de las ranas, distinguir en la lejanía la melancólica melodía de un colimbo de garganta negra, o el chapoteo de algún animal desconocido en aguas tranquilas. Poco a poco, también nuestra visión nocturna se incrementa: flores como la colleja o la orquídea mariposa cobran vida en la oscuridad, liberando sus moléculas aromáticas y lanzando al viento sus esporas para que los polinizadores nocturnos las detecten. Durante los interminables crepúsculos de principios de verano, las lilas se muestran en todo su esplendor; antiguamente, se decía que aquellos que habían nacido hacia medianoche eran capaces de distinguir a los espíritus en la silueta de estas flores. En las noches de agosto, el perfume de las flores atrae a las polillas, que con su larga probóscide sacian en ellas su sed de néctar al tiempo que las polinizan. Estos insectos poseen uno de los sentidos del olfato más poderosos de todo el reino animal; sus antenas les permiten distinguir moléculas aromáticas con las que detectar la presencia de una flor o de una posible pareja a kilómetros de distancia.

Sugiero al lector que se dé el permiso de sentarse en un prado durante el crepúsculo. No tardará en hacerse una idea de la existencia de esos fragantes e invisibles rastros al observar el extenuante vuelo de las polillas. La labor de polinización nocturna que estos insectos realizan es comparable con la que llevan a cabo las abejas durante el día; la variedad de flores que visitan es incluso mayor, lo que hace de las polillas un elemento de incalculable valor para preservar nuestros ecosistemas.

Mientras las observo, una de las polillas se precipita de pronto hacia el suelo; acto seguido, describe un acrobático bucle antes de seguir el rastro de olor de nuevo. Las polillas han desarrollado la capacidad de percibir los sonidos que emiten los murciélagos que he venido a estudiar. Cuando una de ellas realiza un cambio de ritmo brusco es porque ha oído moverse a su enemigo. Mi detector de ultrasonido me permite captar los sonidos de los murciélagos, que al volar emiten un traqueteo similar al del estallido de palomitas de maíz. Cuando se acercan a una polilla, los murciélagos incrementan la frecuencia de los ultrasonidos con los que se guían para localizar a su presa. En un auténtico duelo bajo el cielo nocturno, las polillas viran y fintan en el aire en función de los sonidos que su

depredador emita. Oigo a varios escarabajos que se afanan por avanzar por el suelo a toda prisa. Entre el susurrar de las hojas, distingo el sonido de dos abejorros que se alzan en una danza de apareamiento: por unos instantes, el sonido que emiten al batir sus alas inunda el detector.

Casi dos tercios de los invertebrados y no menos de un tercio de todos los vertebrados que existen son nocturnos; buena parte de la actividad animal —apareamiento, caza, descomposición y polinización— tiene lugar cuando la mayoría de los humanos dormimos. Como investigador, nunca puedo dejar de pensar en cuán poco sabemos sobre la noche y sus secretos, y sobre los murciélagos y su capacidad para coordinar sus movimientos mientras vuelan alrededor de los árboles o para determinar en apenas un microsegundo cómo se distribuye el paisaje a su alrededor, sirviéndose únicamente de los sonidos que emiten y el eco que a estos responde. La oscuridad no es nuestro mundo. Aquí, somos simples visitantes.

EL PLANETA ILUMINADO

Si el murciélago, el chotacabras o el abejorro pertenecen todos al crepúsculo, los seres humanos somos básicamente animales diurnos. Dependemos en gran medida de nuestras impresiones visuales, por lo que la luz nos aporta seguridad. No es de extrañar, pues, que nuestra tendencia innata consista en iluminar cuanto nos rodea, o que durante el último siglo y medio hayamos propagado la bombilla eléctrica por todo el mundo, en un acto revolucionario que las luces de diodo no han hecho sino acelerar. Calles, áreas industriales, estacionamientos, jardines alrededor de las casas: todo lo iluminamos sirviéndonos de lámparas, reflectores o ristras de luces, buscando la seguridad que nos aportan. Apenas a unos centenares de metros de donde vivo se halla el aparcamiento de la escuela, en el que han colocado unas cincuenta farolas. Eso supone aproximadamente una farola por cada doce metros cuadrados de asfalto, principalmente para disfrute de los jóvenes, quienes conducen hasta allí para pasar la noche con los amigos. El fenómeno se repite en todas partes: la luz brilla en oficinas y estacionamientos vacíos, o en las fachadas de almacenes que pueden divisarse desde las autopistas. Los seres humanos hemos alargado el día al precio de expulsar de la noche a sus habitantes.

Las fotografías de la Tierra de noche captadas por los satélites nos muestran un planeta que brilla intensamente. Las grandes ciudades emiten un sinfín de puntos iluminados visibles a lo lejos, en el espacio. Carreteras alumbradas unen unas ciudades con otras en una brillante red, y las áreas más densamente pobladas forman una única neblina de luz. Esas imágenes son la más clara representación de hasta qué punto se ha extendido el mundo urbanizado, en lo que quizá sea uno de los símbolos más reconocibles de lo que hemos llamado Antropoceno. El concepto, acuñado en la década de 1980, fue posteriormente utilizado por el premio Nobel holandés Paul Crutzen para referirse a la era en la que vivimos. Esta idea de nombrar una era geológica a partir de la influencia del ser humano

no es nueva, y se remonta al menos a la segunda mitad del siglo XIX. George Perkins Marsh (1801-1882), político, diplomático y lingüista estadounidense que, de manera un tanto inesperada, se convirtió en fundador del ecologismo tras la publicación en 1864 de Hombre y naturaleza; o geografía física modificada por la acción humana. El libro fue una importante fuente de inspiración para muchos, y fueron varias las personas que durante las dos décadas siguientes intentaron hallar un nombre que reflejara la importante y virulenta influencia de los humanos en el medio ambiente. Pero no ha sido hasta nuestros días que las ideas sobre el Antropoceno se han realmente afianzado.

Las imágenes nocturnas por satélite nos permiten asimismo comprobar cómo la actividad humana se ha ido extendiendo en el tiempo y el espacio. Junto a los numerosos bienes que nos han aportado, los avances en la tecnología se han traducido también en despilfarro energético, en un consumismo desenfrenado y en la degradación del medio ambiente. A pesar de los efectos negativos de la contaminación lumínica sobre este, hasta ahora ha sido un aspecto subestimado del Antropoceno. En la actualidad, la iluminación artificial representa una décima parte de la energía que empleamos, pero únicamente una diminuta parte de esa luz nos beneficia. En vez de iluminar pasillos o puertas de entrada, en gran medida se pierde en el cielo. Investigaciones realizadas en Europa y Estados Unidos han demostrado que la iluminación mal dirigida e innecesariamente intensa genera una contaminación equivalente a las emisiones de dióxido de carbono de casi 20 millones de automóviles. En 2017, se estimó que la contaminación lumínica aumentaría en todo el mundo como mínimo un 2 % al año.

Como he indicado, una de las razones de nuestro afán por iluminar el planeta con tanta persistencia es sin duda nuestra nictofobia, nuestro miedo a la oscuridad. Se trata de un miedo natural, herencia tanto cultural como genética, y que al igual que tantos otros miedos, posee un valor de supervivencia para nuestra especie. Nuestro sentido de la vista se adapta a la oscuridad para permitirnos ver de un modo más o menos decente, pero lo hace muy poco a poco. Una vez que el bombardeo de fotones al que nos somete la luz del día comienza a disminuir, es necesario que pase al menos media hora para que nuestros ojos acumulen el pigmento

que precisamos, y un poco más antes de que alcancemos nuestra máxima sensibilidad a la luz y podamos orientarnos en la oscuridad. Y esa mayor sensibilidad a la oscuridad puede desvanecerse al instante: basta una mirada a una farola o a la pantalla del móvil, o el destello de las luces delanteras de un automóvil para que la rodopsina, nuestro pigmento visual sensible a la luz, se descomponga y caiga como un castillo de naipes, obligando al ojo a recomenzar el proceso.

Hoy en día, en nuestras ciudades resulta casi imposible emplear una auténtica visión nocturna, ya que hay demasiados puntos de luz que dificultan la acumulación de rodopsina. En Hong Kong y Singapur, consideradas las ciudades más brillantes del mundo —o quizá, hablando con propiedad, las más contaminadas por la luz—, apenas hallaríamos una esquina donde hubiera oscuridad suficiente para estimular la visión nocturna natural del ojo. De noche, los habitantes de Hong Kong duermen bajo un cielo mil doscientas veces más brillante que un firmamento nocturno sin iluminación, y es probable que una persona que se haya criado en Singapur no haya adoptado la visión nocturna en su vida. Esto se aplica a cada vez más y más habitantes de ciudades, con independencia del país en el que nos encontremos.

Es probable que lamentar la pérdida de la experiencia de la noche nos parezca mera nostalgia, pero son muchas las investigaciones que muestran que en la actualidad los seres humanos estamos experimentando un impacto marcadamente negativo debido al exceso de luz artificial. La luz perturba nuestro reloj biológico, dificultando nuestro sueño y causando problemas de salud como la depresión o la obesidad. Varios estudios han mostrado que ciertas formas de cáncer podrían ser resultado directo de un exceso de exposición a la luz durante la noche, pero de todo esto hablaremos más adelante.

EL EFECTO ASPIRADORA

En la noche, una polilla se dirige hacia una reluciente cascada y se sumerge en ella. Pronto aparece otra, y al cabo de nada una hilera entera. Ninguna de las polillas se detiene o duda siquiera: todas se lanzan hacia el agua que cae.

Esta observación fue realizada en el siglo XIX por George John Romanes (1848-1894) en una cascada en el río Skjálfandafljót, en Islandia. Lo que aquella noche atraía a las polillas hacia una muerte inevitable no era la necesidad de refrescarse, sino el hipnótico poder de las brillantes gotas de agua de la cascada. Filósofo, psicólogo y biólogo, Romanes fue un estudioso de los instintos, tanto en animales como en humanos, y se sintió fascinado por cómo la luz más tenue, el débil brillo de un fósforo o de una simple gota de agua, era capaz de desviar a los insectos de su ruta. Romanes trabajaba en la Universidad de Oxford y fue amigo de Charles Darwin, de cuyas ideas se convirtió en un entusiasta portavoz y del que estaba llamado a convertirse en sucesor en la divulgación y defensa de las teorías evolutivas.

Por desgracia, Romanes murió a la temprana edad de cuarenta y seis años, por lo que su nombre quedó gradualmente a la sombra de otros biólogos que vendrían tras él. No obstante, sus ideas sobre el instinto animal, aparecidas en obras como La evolución mental en los animales (1883) o La evolución mental en el hombre (1888), tuvieron una gran influencia tanto en el ámbito de la zoología como en el de la psicología. El fenómeno observado por Romanes en las brillantes aguas del Skjálfandafljót no es ajeno a muchos de nosotros, que sin duda habremos visto en más de una ocasión cómo los insectos son atraídos por una fuente de luz, a la que se acercan en círculos cada vez más estrechos hasta finalmente precipitarse sobre ella.

En 2001, participé en un taller sobre murciélagos en la Reserva de Vida Silvestre Krau, en los bosques de Malasia. En aquella época yo

era un joven estudiante de posgrado a la mitad de mi tesis, por lo que aquella experiencia era una oportunidad irresistible. Allí coincidimos con un equipo de televisión local que estaba siguiendo a un investigador en su trabajo con los murciélagos. Una noche, durante la cena, uno de los grandes focos del equipo de filmación se quedó encendido, dibujando una compacta columna que se dirigía hacia el cielo oscuro y húmedo de la selva tropical. Aquello nos ofreció un tremendo ejemplo de qué les sucede a los insectos cuando cuentan con una fuente de luz artificial. Una oleada de polillas, tricópteros, mosquitos, escarabajos, grillos y todo tipo de bichos describían la misma danza en espiral hacia el foco, atrapados en la columna de luz que este desprendía. No todos participaban, sin embargo, en el baile: una sagaz mantis religiosa, plantada al lado del foco, rastrillaba a las presas que caían una tras otra. Me senté largo rato a estudiar a aquel depredador, que había convertido el foco en su propia trampa personal, mientras llevaba a cabo su cacería.

En el extremo sur de The Strip, el bulevar más famoso de Las Vegas, se encuentra el Luxor Hotel and Casino, en cuya cima se eleva una luminosa instalación que funciona de manera parecida. El Luxor Sky Beam es el foco más poderoso de Estados Unidos y probablemente del mundo entero: consiste en un conjunto de espejos curvos y treinta y nueve luces de xenón de siete mil vatios, cuyo rayo apunta directamente al espacio y puede verse a cerca de setenta kilómetros de distancia. La intensidad de su luz equivale a la de 42 mil millones de velas. Si quieres destacar en una de las ciudades más brillantes del mundo, no puedes escatimar en energía.

Tras un 2019 inusualmente húmedo, al menos para los estándares de Nevada, este estado vivió una súbita y masiva migración de saltamontes. Enjambres similares de estos insectos no son inusuales en muchas partes del mundo, y lo mismo sucedería en África Oriental medio año después. Son muchas las especies de saltamontes que, especialmente después de temporadas con mucha lluvia, migran en grandes cantidades. Los saltamontes son capaces de reproducirse rápidamente hasta crear enormes poblaciones; cuando estas alcanzan cierto tamaño, las hormonas impulsan a estos insectos a desplazarse. Aparte de constituir un espectáculo extraordinario, tales enjambres pueden acarrear grandes problemas,

sobre todo por su efecto devastador en los cultivos. En el caso del Luxor se hace difícil no establecer una conexión con la Biblia: un edificio en forma de pirámide egipcia, una ciudad del pecado volcada a los juegos y las apuestas y un enjambre de millones de saltamontes llegados desde el desierto próximo como una de las diez plagas que Dios envió a Egipto según el libro del Éxodo. En julio de 2019, cuando la invasión alcanzó su clímax, las redes sociales rebosaban de videos y comentarios sobre tan inusual fenómeno.

Los saltamontes suelen migrar de noche, por lo que los meteorólogos podían ver en sus radares nocturnos cómo sus enjambres se acercaban a Las Vegas. Las pantallas publicitarias y los letreros de neón de la ciudad eran auténticos imanes para esos animales, en especial el Luxor, que atrajo a insectos llegados del estado vecino de Arizona. Entre los especialistas, este fenómeno se conoce como «efecto aspiradora». De igual modo que el Luxor Sky Beam o el foco encendido en el bosque de Malasia, cada farola, cada luz de porche y cada fachada iluminada de nuestras casas se convierte en un auténtico imán para los insectos. Y esto ocurre especialmente cuando hablamos de las ciudades, que atraen a insectos de las zonas rurales próximas, alterando ecosistemas enteros.

Los entomólogos se han servido desde siempre del efecto aspiradora para crear trampas de luz con las que capturar insectos. Como su nombre sugiere, estas trampas consisten en una luz y una caja con un embudo, en el que los insectos voladores caen para ser capturados y encerrados. Una de estas trampas de luz permaneció colgada en el techo del Museo Sueco de Historia Natural entre 1990 y 2007. Cada año, la lámpara era visitada por más de 200 tipos de mariposas; en total, durante los diecisiete años que estuvo allí, la trampa capturó no menos de 740 especies diferentes, incluyendo escarabajos y heterópteros. Las especies capturadas no cambiaron mucho en ese tiempo, pero si los investigadores hubieran anotado el número de individuos de cada especie y los hubieran pesado y medido su biomasa, muy probablemente hubieran percibido una tendencia. En Alemania, un año antes, se aplicó un sistema de características parecidas en más de sesenta reservas naturales del país, con el propósito de realizar un estudio de mayor alcance. Los

insectos se capturaron, se pesaron y se clasificaron por especies. Y en 2013 llegó el primer aviso.

No sería hasta al cabo de cuatro años, tras un análisis más detenido de los datos obtenidos, que la noticia se difundió al resto del mundo. Rápidamente se propagó en la prensa y las redes sociales, con titulares como «Apocalipsis» o «Colapso»: ¡la biomasa formada por los insectos había disminuido en un 75 %! Los resultados se publicaron en acceso abierto, disponibles para todos cuantos desearan extraer sus propias conclusiones, reinterpretar las estadísticas o revisar otras investigaciones. Pero la conclusión era evidente: el número de insectos estaba disminuyendo. Las razones que se apuntaron tras la muerte de tantos insectos fueron muchas, desde la urbanización y el calentamiento global hasta el uso de insecticidas, la agricultura a gran escala, los monocultivos o la desaparición de los bosques. Probablemente todos estos factores jueguen su papel, pero para cualquiera que haya visto reaccionar a un insecto a la luz, es obvio que la contaminación lumínica constituye una de las causas principales de este fenómeno.

LA EXTINCIÓN DEL IMPULSO

DE APAREAMIENTO

Nadie sabe exactamente cuántas especies de insectos hay en el mundo. Millones de ellas han sido clasificadas, pero se descubren especies nuevas constantemente. Solo en Suecia y Noruega se han identificado en la última década mil seiscientas especies hasta entonces desconocidas. En los trópicos, cada inventario de insectos conduce a nuevos descubrimientos, y muy probablemente muchas de ellas mueran antes de que tengamos tiempo siquiera de descubrirlas.

La mitad de las especies de insectos son nocturnas y precisan al menos de varias horas de oscuridad continua para obtener alimento y encontrar pareja. La noche las protege, y a la vez la tenue luz de las estrellas y la luna resulta fundamental para su orientación y para el funcionamiento de sus sistemas hormonales. Las perturbaciones en la oscilación natural entre la luz y la oscuridad constituyen por lo tanto una amenaza para la existencia de los insectos nocturnos.

Para navegar en la noche, la mayoría se sirven de las estrellas, la luna o lo que llamamos luz polarizada. Durante su vuelo en la oscuridad, la polilla mantiene su rumbo guiándose en todo momento por la luz de la luna, la fuente de luz natural más brillante del cielo nocturno. Cuando se encuentra con una iluminación hecha por el hombre, un elemento antinatural que se halla infinitamente más cerca que la luna, la polilla redirige lentamente su vuelo hacia esa luz, convencida de que así sigue el rumbo marcado. El resultado es un vuelo en espiral que la va acercando más y más a ese resplandor.

Su efecto hipnótico hace de esas fuentes de luz una trampa para los insectos que, incapaces de apartarse, siguen revoloteando a su alrededor hasta el amanecer. Algunos de ellos mueren de puro

agotamiento. Los supervivientes apenas se han movido de allí cuando el foco finalmente se apaga y regresa el sol, con lo que no llevan a cabo su misión nocturna: no han polinizado las plantas ni han obtenido su néctar, no han encontrado pareja y no han puesto huevos.

No solo los insectos emplean con frecuencia la luz polarizada para orientarse en la oscuridad de la noche, es probable que los humanos hayamos utilizado ese mismo truco durante generaciones. Las sagas islandesas, por ejemplo, narran cómo los vikingos navegaban por los mares utilizando un cristal o piedra solar que les revelaba el patrón que los rayos del sol dibujaban en el cielo, aunque este se hallara cubierto. Los arqueólogos jamás han encontrado evidencias de tal piedra solar, pero parece plausible que su mecanismo funcionara.

La luz ondula en todas las direcciones, y lo hace de forma uniforme siempre que no encuentre obstáculos en su camino. Cuando los fotones se topan con moléculas o partículas en el aire, o cuando los haces de luz atraviesan el agua, la luz se polariza y las ondas oscilan o vibran en una dirección en concreto por encima de las restantes. Se trata de un fenómeno que sucede constantemente, lo que forma un patrón de luz en el cielo que oscila en diferentes direcciones y se polariza por tanto en grados distintos. A medida que el sol se pone, la polarización cambia, de modo que tanto al amanecer como al anochecer el patrón deviene menos complejo. Es como si el sol arrastrara sus rayos consigo hacia el borde de la Tierra, dejando rastros en el cielo de la tarde, unos rastros que los seres humanos no podemos ver a simple vista, pero sí los insectos, quienes se sirven de ellos a un tiempo como brújula y como reloj.

Sabemos desde hace tiempo que la luz polarizada resulta de suma importancia para las abejas, pero más recientemente hemos descubierto que existe una larga lista de insectos, arañas, crustáceos e incluso pájaros que utilizan la brújula óptica. Además, cuando hace ya mucho que el sol se ha ocultado en el horizonte, la luna es capaz de producir el mismo efecto, aunque su brillo sea unas cuarenta mil veces menor.

El escarabajo pelotero es uno de los mejores en el uso de los apenas perceptibles patrones de luz de la luna en el cielo. Existen multitud

de variedades de este insecto, la más conocida probablemente sea la de los escarabajos peloteros que confeccionan enormes bolas con excrementos de animales que luego transportan por la sabana africana. Usando sus poderosas patas traseras, el escarabajo empuja una y otra vez la pelota, que puede equivaler varias veces a su propio peso, hasta llegar a su nido. Aquellas bolas repletas de alimento suponen un botín para otros escarabajos coprófagos, por lo que el animal debe darse prisa en llegar a casa. Para encontrar el camino más corto y rápido, se orienta sirviéndose de la luz polarizada de la luna en el cielo nocturno; incluso en la débil luz de la luna nueva halla guía suficiente para tomar la dirección correcta. La sensibilidad de los escarabajos peloteros a los distintos matices de esta iluminación es tan grande que incluso en entornos cercanos a las grandes ciudades son capaces de encontrar su camino. En ese caso, sin embargo, es preciso que la luna brille con intensidad, de lo contrario incluso para ellos los rastros en el cielo permanecen ocultos, interferidos por las trazas de destellos provenientes de calles y edificios. Para confirmar su ruta, el escarabajo utiliza también las estrellas cuando se halla en paisajes abiertos. Se sube a su pelota, se orienta hacia el espacio y realiza un pequeño baile, creando una especie de instantánea del cielo nocturno, como si fotografiara el patrón que las estrellas dibujan en él. En áreas desérticas, las arañas cangrejo operan con un mecanismo similar: observan tranquilamente el cielo nocturno con sus ocho ojos para crearse una imagen de la posición de los astros en el horizonte, una especie de mapa estelar que les ayuda a orientarse entre las desoladas dunas de arena.

Una vez que el escarabajo pelotero ha esculpido su bola de estiércol, ha memorizado la ubicación de las estrellas y ha establecido la dirección correcta, hace rodar su bola en línea recta hasta la seguridad de su hogar. En el antiguo Egipto se creía que estos insectos ponían sus huevos en las bolas, lo que los convirtió en símbolos sagrados de la fertilidad. Su tenaz trayecto se comparaba con la trayectoria del sol en los cielos, por lo que no es de extrañar que a Jepri, una de las manifestaciones del dios sol Ra, se lo representara con la cabeza de un escarabajo coprófago.

Cuando impactan en la superficie del agua, las ondas de luz cambian y reflejan un patrón polarizado distinto, lo que ayuda a

orientarse a tricópteros, escarabajos buceadores y otros insectos acuáticos en su búsqueda de charcos u otras masas de agua. No obstante, cuando se refleja en materiales como el asfalto, el vidrio y el hormigón, o en los revestimientos brillantes de los automóviles, la luz artificial proveniente de casas o centros comerciales tiende a crear superficies falsas muy similares al agua. En más de una ocasión me he encontrado escarabajos buceadores en el capó de mi automóvil, o he visto cómo las efímeras aterrizaban en recintos de aparcamiento para poner sus huevos. En su breve existencia como adultas, las efímeras apenas tienen otro propósito más allá de poner sus huevos en el agua y así garantizar a la próxima generación las condiciones óptimas para prosperar. Al confundirlas y conducirlas hacia áreas industriales o grandes áreas de estacionamiento, corremos el riesgo de que poblaciones enteras de estos insectos desaparezcan de la noche a la mañana.

Además de perturbar su orientación natural y, en el peor de los casos, conducirlos a la inactividad total o a la muerte, la luz artificial podría interferir en la producción de feromonas, secreciones aromáticas que estos insectos utilizan para comunicarse y encontrar a otros miembros de su especie. La oscuridad que acompaña a la llegada del crepúsculo es la señal para que su sistema hormonal se active, por lo que el exceso de luz nocturna puede sofocar sus impulsos de apareamiento e impedirles emitir sus rastros aromáticos.

Una de las víctimas de este fenómeno es la polilla de la col, una especie de grandes dimensiones y alas moteadas que habita en gran parte de Europa y Asia. En los meses de mayo y junio, la polilla adulta abandona su crisálida y, en cuestión de minutos, comienza a buscar pareja. La hembra es quien toma la iniciativa: hacia las diez de la noche, extiende sus antenas, mueve sus alas y comienza a secretar feromonas con objeto de atraer al macho. Este, al percibirlas, la imita: orienta sus antenas y parte en busca de la hembra con un veloz batir de alas. Cuando los dos ejemplares se encuentran, el macho roza con sus antenas el cuerpo de la hembra, para cerciorarse de que ha encontrado a la pareja adecuada. Luego reanuda su rápido aleteo y da inicio al apareamiento. Los dos pasan la noche juntos, con la hembra cubriendo el cuerpo del macho con una de sus alas, y luego ella se va en busca de un lugar donde poner

los huevos que acaban de ser fertilizados.

El ritual de apareamiento sucede por entero en la oscuridad. En laboratorio se ha podido comprobar que, en presencia de luz artificial, la hembra emite una menor cantidad de feromonas y que las moléculas de las que estas se componen son por completo distintas a las que emite en la oscuridad. El resultado es que el apareamiento no tiene lugar: la hembra aguarda en vano a que acuda el macho, mientras que este a su vez espera pacientemente a que llegue el olor adecuado. También las larvas se ven afectadas por la presencia de luz, al igual que las pupas, que corren el riesgo de eclosionar antes de tiempo. La oscuridad es crucial para las pupas, que descansan durante las largas noches y pueden por tanto transformarse demasiado pronto en polillas si estas no son lo bastante oscuras. La luz, o la ausencia de oscuridad, traiciona a los insectos en todas las etapas de su existencia, conduciéndolos a una muerte prematura.

MORTALIDAD MASIVA

Otros fenómenos parecen apuntar en la misma dirección que el estudio alemán antes mencionado. Cualquiera que, como yo, tenga edad suficiente para haber conducido un coche durante el siglo pasado, sin duda recordará haber reparado al bajar del auto que tanto los faros como el parachoques estaban repletos de insectos muertos. Según reflejan varios estudios, hace unas décadas morían cada año cientos de miles de millones de insectos, atraídos por el fulgor de los faros en la oscuridad. No cabe duda de que hoy el número de insectos que encontramos en los faros es mucho menor —es lo que ha venido en llamarse el «fenómeno del parabrisas»— lo que constituye una observación tangible, aunque pueda parecer anecdótica, sobre la disminución en la cantidad de insectos que habitan cerca de nuestras carreteras. Se trata de un fenómeno común a distintas partes del globo, tanto en Europa o América como en los trópicos.

Contamos hasta el momento con pocos estudios realizados a largo plazo, y a menudo los datos de los que disponemos han sido recopilados por biólogos en sus excursiones o por entomólogos y coleccionistas de mariposas aficionados. El único estudio medianamente sólido del que disponemos corrió a cargo de Anders Pape Møller, un investigador danés que registró la variación en el número de insectos que hallaba en el parabrisas de su automóvil a lo largo de veinte años. Durante ese tiempo, recorrió en varias ocasiones con su vehículo el mismo trayecto, y con el tiempo constató una disminución significativa en la cantidad de insectos que impactaban contra él, lo que se corresponde asimismo con un descenso en el mismo período en la cantidad de pájaros que se alimentan de insectos. El estudio de Møller demostraba que el fenómeno del parabrisas es real, y añadía un incentivo para tomar el problema en serio. Lo cierto es que hasta el momento se han publicado muchos más estudios sobre cómo matar insectos que sobre cómo evitar su desaparición —por ejemplo, hay trabajos muy

bien documentados sobre cómo eliminar plagas empleando trampas de luz—, lo cual resulta bastante revelador sobre el modo en el que los seres humanos operamos.

Las mediciones de la biomasa de insectos en Alemania no nacieron de una iniciativa del Gobierno, ni de ninguna universidad del país, fueron fruto del trabajo de los miembros de la Entomologischer Verein Krefeld, la Sociedad de Insectos de Krefeld, una agrupación creada en 1905 con el propósito de controlar las poblaciones de insectos. En la sala de reuniones de la asociación, situada en un antiguo edificio escolar en el centro de Krefeld, en Renania del Norte-Westfalia, se apiñan una cincuentena de sus socios. Reunidas, las colecciones de todos ellos suman casi un millón de ejemplares, cifra no obstante diez veces menor a la que, rigurosamente envasada y etiquetada, se conserva en una infinidad de frascos amontonados en las antiguas aulas de la escuela, convertida en un caótico museo que goza en la actualidad de protección como bien histórico y cultural. Los miembros de esta sociedad no son zoólogos de formación: entre ellos se encuentran sacerdotes, editores, técnicos, maestros. Todos ellos, eso sí, se han convertido en auténticas autoridades en sus especies de estudio respectivas. Uno de los miembros más renombrados de la asociación, Siegfried Cymorek (1927-1987), por ejemplo, recibió un doctorado honoris causa por el Instituto de Tecnología de Zúrich, aunque no llegó siquiera a terminar el bachillerato. Tras haber dado la voz de alarma sobre la desaparición de los insectos, la asociación, que ha publicado más de dos mil artículos sobre insectos, taxonomía y ecología, no solo se ganó el apoyo de los investigadores, sino que avivó el interés por el estudio de los insectos en las universidades de todo el mundo.

La Tierra ha presenciado cinco extinciones en masa. La última de ellas tuvo lugar hace 65 millones de años, cuando desaparecieron los dinosaurios junto con tres cuartas partes de los animales del planeta. Hoy en día, se calcula que alrededor del 40 % de las especies de insectos están en peligro de desaparición; una compilación de datos llevada a cabo en 2019 por un equipo de investigadores chinos y australianos muestra que estamos avanzando hacia una sexta extinción masiva. Y todo apunta a que la humanidad es la responsable. De entre los distintos grupos de

insectos estudiados, las polillas son sin duda a las que peor les van las cosas: más de dos tercios de las especies están mermando, y un tercio se halla en grave peligro de extinción. Los autores del artículo señalan que el número de especies de insectos está disminuyendo a un ritmo de casi un 3 % anual, lo que, de seguir así, supondría que en cien años apenas habría insectos, con lo que el ecosistema terrestre se vería seriamente amenazado.

Hace unos años, se difundieron las imágenes de varios miles de trabajadores en unos huertos en la provincia china de Sichuan. Todos ellos, cepillo en mano, trepaban a los árboles para polinizar las flores, realizando el trabajo que normalmente hubieran debido realizar las abejas. Un obrero eficiente es capaz de polinizar unos diez árboles al día; una pequeña colonia de abejas poliniza cien veces esa cifra. No sabemos si en el futuro nuestras oficinas de empleo contratarán a polinizadores profesionales para los cultivos, pero lo indudable es que, a medida que el número de insectos se reduzca, la humanidad se verá afectada.

A pesar de la proximidad de su área de estudio a las ciudades industriales del Ruhr y a una región tan densamente poblada como los Países Bajos, lo cierto es que la desaparición de los insectos desvelada por los miembros de la sociedad de Krefeld no se asoció de entrada a la contaminación lumínica, pues muchos de los grupos de insectos afectados eran diurnos. Pero coincidiendo con el momento en que el debate sobre su estudio se hallaba en pleno apogeo y se destacaba la disminución en la polinización de las flores que aquel problema implicaba, un grupo de investigadores neerlandeses observó en un artículo de la revista Global Change Biology que la población de polillas parecía haber disminuido más que la de otras especies de insectos, y el descenso era especialmente significativo en los entornos urbanos. Empezaba a ser evidente que la luz constituía una pieza importante del rompecabezas.

El trabajo conjunto de varios ecólogos de Estados Unidos y Canadá con colegas de Australia y Nueva Zelanda reveló que la luz jugaba un papel más importante de lo que hasta entonces se había creído. Después de todo, si había algo que se había mantenido constante en los ecosistemas hasta las últimas décadas —es decir, hasta que empezamos a usar luz artificial— era el ciclo circadiano. Los

investigadores recopilaron toda la información existente sobre la relación entre los insectos y la luz, y hallaron alrededor de un centenar de artículos que evidenciaban los efectos de esta última sobre los primeros.

La luz artificial puede prolongar o acortar los ciclos reproductivos de los insectos, inducir la eclosión de sus huevos y afectar la transformación del insecto de larva a pupa y de pupa a individuo adulto. La luz puede asimismo alterar las condiciones para la caza y la polinización, afectar a su alimentación, a sus desplazamientos y a sus migraciones; en resumen, no existe etapa en la vida de un insecto que no se vea afectada en menor o mayor medida.

A comienzos del siglo XXI, para aquellos que no eran astrónomos, el concepto de contaminación lumínica era prácticamente desconocido. Existían estudios puntuales sobre cómo la luz afecta a las aves o a las tortugas, pero poco más; ni siquiera los investigadores de murciélagos hablábamos sobre el impacto de la luz en sus poblaciones. Sin embargo, incluso ahora, nuestros conocimientos se hallan apenas en la fase inicial. Es muy poco aún lo que sabemos sobre cómo la luz y la oscuridad afectan a nuestros ecosistemas. Se han realizado pocos experimentos y estudios, que han involucrado a un número muy escaso de especies. Un buen ejemplo son las arañas, que suelen estar activas por la tarde y por la noche. Para ellas no existe un término medio: se despiertan o literalmente se desactivan en función de la presencia o ausencia de luz, como si tuvieran un interruptor de apagado y encendido. Ello las convierte en un grupo perfecto para estudiar los efectos de la contaminación lumínica y en uno de los animales que los relativamente escasos biólogos circadianos del mundo más afición tienen en estudiar.

Allá afuera, un mundo entero está gobernado por pequeños cambios en la luz natural, ecosistemas que despiertan y son activados en distintos momentos del día y programados en función de diferentes intensidades y longitudes de onda de la luz. Un animal duerme y otro se pone en marcha: toda una cadena de eventos, ciclos hormonales y comportamientos adquiridos comienza y termina cuando la luz muestra, de un modo que para los humanos a veces resulta imperceptible, qué hora del día es exactamente.

Un mayor conocimiento conlleva a su vez más posibilidades para hallar posibles soluciones. Cuanta más atención prestemos al impacto de la luz en los sistemas ecológicos y en nuestro propio bienestar, más cerca estaremos de reconciliar la necesidad de luz de nuestra sociedad con la necesidad de oscuridad que precisa la naturaleza.

PARTE II

LA NOCHE COMO NICHO ECOLÓGICO

VER EN LA OSCURIDAD

Los primeros ojos vieron el mundo hace 540 millones de años. La larga fase del Precámbrico llegó a su fin y fue reemplazada por el período conocido como Fanerozoico, término que vendría a traducirse como «vida visible», pues eso es precisamente lo que definió a esa era.

Todo sucedió en un lapso de unos diez millones de años. De repente, aparecieron los animales, y lo hicieron en enormes cantidades. No en vano a ese período se le llama «la explosión cámbrica». Durante mucho tiempo se creyó erróneamente que fue entonces cuando aparecieron los animales multicelulares, ya que los fósiles hallados revelan un límite evidente entre la casi total ausencia de animales en el Precámbrico y la profusión de ejemplares en todo el planeta durante el Cámbrico, y ello en apenas una noche en términos geológicos. Se han formulado muchas teorías sobre los antecedentes de la explosión del Cámbrico, pero hoy día la mayoría de los expertos coinciden en que la causa principal fue la depredación; es decir, el hecho de que los animales comenzaran a comerse unos a otros. Tanto la genética como las formas de vida individuales estaban ya ahí, pero entre estas últimas las variaciones físicas eran mínimas. Todos los individuos se parecían entre sí y hacían las mismas cosas de forma similar, y así fue al menos hasta que la amenaza de ser devorados comenzó a cernirse sobre ellos. El Cámbrico puede definirse como un verdadero big bang de la vida visible: los bloques necesarios para propiciar la multiplicidad de la vida existían desde hacía mucho, pero no fue hasta ese momento que los animales comenzaron a tomar forma.

Los animales empezaron a ser capaces de moverse, y desarrollaron púas protectoras y caparazones duros que se fosilizaron, permitiéndonos así contemplarlas quinientos millones de años después. Pero quizá más importante aún es que en el marco de una

auténtica carrera armamentista entre depredadores y presas, la evolución de los órganos sensoriales despegó. Ser capaz de oír, oler, notar vibraciones o ver dónde se hallan otros individuos otorgaba una ventaja en la lucha por la supervivencia y la reproducción. A partir de aquel momento, la competencia entre depredadores y presas se convertiría en la más poderosa impulsora de la evolución.

Fue en ese instante cuando los primeros ojos comenzaron a tomar forma. La capacidad de ver suponía una enorme ventaja sobre los competidores: permitía distinguir a las presas y divisar también a los depredadores. Aunque la capacidad de reaccionar a la luz existía desde hacía mucho, fue entonces cuando de repente se desarrolló la capacidad de reconocer imágenes. Hasta aquel momento, las diversas formas de vida se habían mantenido más o menos en la oscuridad, escondidas las unas de las otras. Como atestiguan distintos hallazgos en Europa, China o América del Norte, en el Cámbrico los animales comenzaron a ser capaces de filtrar la luz solar a través de lentes en sus retinas.

Un verano me dediqué a buscar fósiles en una cantera en el condado de Västergötland, en el sur de Suecia. Acampé en la ladera, entre montones de losas de piedra que olían a petróleo y sobresalían como libros de historia carbonizados en pizarra negra. Las paredes verticales de la cantera ocultaban el resplandor de las aldeas y granjas cercanas, por lo que durante la noche aprovechaba la luz que se reflejaba en el lago Vänern para mis tareas. Aquella región, en la que la arenisca se convierte en esquisto de alumbre, constituye un testimonio de la historia geológica de la península escandinava, de la deriva que la condujo desde los trópicos a las regiones septentrionales a lo largo de quinientos millones de años. Durante su lenta deriva, infinidad de animales quedaron fosilizados en aquellas montañas tras morir, convirtiendo la negra pizarra de alumbre en un archivo de instantáneas de la vida en el Cámbrico. Los fósiles parecen jeroglíficos en medio de la negrura, que adquiere a veces un color rojizo por la oxidación, o en la que en ocasiones se intercala el verde de algunas losas.

Los montones de escoria alrededor de esta y otras canteras de esquisto de alumbre cercanas son restos de una época en la que este mineral se quemaba en grandes hornos. Su alto contenido orgánico

lo convierte en un combustible muy eficiente, por lo que este tipo de hornos de cal se encuentran aún en muchas canteras. El esquisto producía también alumbre, una sal que se ha utilizado con fines medicinales —entre otras cosas, como anticoagulante—, si bien básicamente se ha empleado como tinte para textiles.

Hace unos doscientos años, a unos cincuenta kilómetros de mis montículos de pizarra, un tal Sven Malmberg, hijo de un antiguo herrero, y una mujer llamada Stina Andersdotter, fueron contratados para trabajar en una de esas canteras, una de las más antiguas de su tipo en la región, impulsada en el siglo XVIII por el barón Johan von Mentzer (1671-1747). La cantera se ubica en la parroquia de Dimbo, cuyo pueblo principal, del mismo nombre, aparece mencionado ya hacia el año 1100. Dimbo proviene de dimber, palabra que en sueco antiguo significa «niebla» o «difícil de ver». Puede que un arroyo que solía llamarse Dimma hubiera contribuido a conferir al área un aspecto neblinoso. Entre la niebla, el humo de la cantera y la pizarra con olor a petróleo, el paisaje debía de tener un aspecto dantesco, como si el Gjöll, el gélido río que en la mitología nórdica separaba el mundo de los vivos del de los muertos, serpenteara por estos lares.

El trabajo era arduo y peligroso. Elementos como el uranio y el arsénico se filtraban desde la pizarra y contaminaban el agua de los alrededores. Fue en este duro ambiente donde Sven Malmberg y Stina Andersdotter se conocieron y pronto se convirtieron en pareja. En poco tiempo tendrían un bebé, Johannes Svensson, cuyo hijo, Johan, sería padre de mi abuelo y mi tocayo. Tendré motivos para volver a él más adelante.

El olor a petróleo de la pizarra negra se debe a los trozos de cal que contiene, llamados precisamente orsten o «piedra apestosa», por ese inconfundible olor. El orsten consiste en su totalidad en conchas y restos de diminutas criaturas fosilizadas hace quinientos millones de años. Se trata de piezas de pequeño tamaño, pero tan bien conservadas que el área de Västergötland se ha convertido en un Lagerstätte, lo más próximo en el ámbito de la paleontología a lo que sería un sitio Patrimonio Mundial de la Humanidad.

Si abrimos un orsten, podremos ver entre otras especies restos de los célebres y ya extintos trilobites, junto a varios tipos de

crustáceos de apariencia similar a los que hallamos hoy en día en nuestros océanos. Hay desde ejemplares adultos a individuos completamente desarrollados, y distintas etapas de formas larvarias. No solo las conchas se han conservado, también los huesos, las antenas o partes de la boca y los ojos. Bajo un microscopio, podemos descubrir los primeros órganos visuales avanzados que existieron en nuestro planeta en especies muy distintas de animales. En el orsten se han preservado todos los tipos de lentes con todos sus matices, lo que nos permite trazar la evolución de los ojos y su capacidad para captar la luz: desde los sencillos mecanismos de los nauplios o larvas, hasta los complejos ojos de los ejemplares adultos, prácticamente idénticos a los que los insectos y los crustáceos poseen en la actualidad. Está claro que durante el Cámbrico la capacidad de visión había casi alcanzado los sofisticados niveles de hoy en día.

EL OJO

El ojo humano consiste en un vítreo redondo y gelatinoso. En un extremo, una lente suspendida de una serie de fibras musculares refracta los rayos de luz y captura el reflejo circundante de los fotones, tanto en las proximidades como en el horizonte. Protegido por la córnea se halla el iris, llamado así en honor de la diosa griega del mismo nombre. El iris controla la pupila, nuestra ventana al mundo, cuyo tamaño varía en función del volumen de luz: en la oscuridad de la noche, se dilata para captar toda la luz posible, mientras que durante el día se empequeñece. El iris no solo controla la cantidad de luz que llega a la retina y el nervio óptico, sino que su color brinda información sobre nosotros a los demás. La impresión que causamos en otras personas radica en un grado no despreciable en la combinación de colores única de nuestros ojos, en sus movimientos y en nuestros intercambios de miradas. Si la diosa Iris era la mensajera entre los dioses y la humanidad, entre los cielos y la Tierra, nuestro iris nos ayuda de igual modo a interpretar el mundo que nos rodea y transmitir nuestras reacciones ante él.

Cuando alcanza la parte posterior del vítreo, la luz es capturada por la retina, donde se detiene por unos instantes para ser transformada en señales eléctricas que el nervio óptico se encarga de enviar en un flujo constante de datos al cerebro, quien los interpreta. La luz se convierte en imágenes en nuestro interior, imágenes que somos capaces de convocar aun con los párpados cerrados, que pueden cobrar vida en nuestros sueños y que podemos comunicar mediante palabras. Gracias a nuestros ojos, capturamos nuestro entorno.

En la retina encontramos los conos, células oculares fotosensibles capaces de detectar el azul, el rojo o el verde, colores que en combinación crean todos los matices que podemos percibir. Cuantos más conos, más nítida es la imagen. Los conos que poseemos nos permiten acceder a todos los colores del arcoíris, pero no a toda la luz. Otros animales, como por ejemplo las aves, poseen ojos

diseñados para captar más longitudes de onda. Al igual que nosotros, las aves se guían por la visión, de la que dependen casi por completo para su supervivencia. Pero mientras que nosotros nos debemos conformar con tres tipos de conos (para tres colores), los pájaros cuentan con un cuarto, que responde a la luz ultravioleta. Además, segregan en sus retinas unas gotas de un aceite que, como si se tratara del filtro de la cámara de un móvil, les permite percibir aún mejor los tonos de los colores. Así pues, las aves experimentan el mundo de manera ligeramente diferente a la nuestra: se podría decir que lo experimentan un poco más. Pero en comparación con animales como el camarón mantis, tanto las aves como los humanos somos unos meros aficionados: este animal posee dieciséis tipos de conos distintos, con lo que su experiencia del color va más allá de nuestra comprensión.

Los ojos humanos están adaptados en gran medida para el día. Con el inicio de la oscuridad y el menor bombardeo de fotones, nuestras pupilas se agrandan y nuestras retinas cambian de forma. Los conos, que precisan luz para darnos definición y sensibilidad al color, disminuyen su capacidad de capturar ciertas longitudes de onda de la luz. Los detalles se vuelven borrosos, los colores se desvanecen. Si uno tiene paciencia y se detiene a ver en una noche oscura con la mínima luz artificial, puede experimentar cómo su visión mejora cada vez más. Cuando el anochecer desvanece los colores y la luz se vuelve demasiado escasa, la labor de los conos es asumida por los bastones, otras células fotorreceptoras ubicadas en la parte externa de la retina. Los bastones son muy sensibles a la luz, pero a diferencia de los conos, no nos dan información sobre el color o la longitud de onda. A medida que se activan, vemos más y más detalles en la noche, pero lo hacemos en escala de grises. La captura química de la luz tiene una larga historia, mucho más antigua que la del ojo. Podemos seguir su rastro más allá de la explosión del Cámbrico, hasta los dinoflagelados, algas unicelulares que producen una proteína llamada rodopsina. En griego, rodopsina vendría a traducirse como «vista violeta»: se trata de una sustancia sensible a la luz presente en los bastones de la retina que nos posibilita ver con muy poca luz, si bien no nos permite distinguir entre diferentes colores. Por extraño que parezca, el gen que nos aporta la vista se encuentra en un organismo que ni siquiera pertenece al reino animal.

A diferencia de los humanos, muchos animales se adaptan mejor a la luz de la noche que a las sombras del día, entre ellos la mayoría de los mamíferos, cuyo sentido visual ha evolucionado adecuándose al anochecer. Muchos únicamente poseen dos tipos de conos, pero cuentan con adaptaciones para facilitar la captura de luz por los bastones. Un ejemplo es el tapetum lucidum, una membrana adicional que permite que los rayos del crepúsculo pasen dos veces sobre la retina, para así aprovechar al máximo la luz. ¿Quién no ha visto alguna vez un par de ojos de gato brillando en la noche? Es su tapetum lucidum lo que hace que esos ojos parezcan brillar.

En el vasto árbol genealógico de los murciélagos, el megamurciélago posee su propia rama. Este especimen de espectaculares dimensiones vive de frutas y néctar, y se le puede ver volando al atardecer en ciertas regiones de África, Asia y Oceanía. En lugar de la ecolocalización que emplean sus parientes más pequeños, los megamurciélagos utilizan la visión nocturna para orientarse. Sus ojos cuentan con una adaptación única: el fondo tras su retina está cubierto de venas que la nutren y le suministran oxígeno de forma pasiva y continuada, por lo que no precisa de vasos sanguíneos voluminosos que supondrían un obstáculo para el funcionamiento de los bastones. Antes del descubrimiento de la ecolocalización, la creencia general era que los murciélagos tenían una visión nocturna casi sobrenatural, por eso hay tantas historias sobre murciélagos capaces de ver en las noches más oscuras ayudados por su sangre. En un libro de 1874 sobre el folklore del sur de Suecia se dice: «Cúbrase los ojos con tanta sangre de murciélago como sea posible y verá tan bien de noche como de día».

También se decía que la sangre de los murciélagos curaba las lesiones oculares o dotaba a la visión de una claridad filosófica. Esa creencia no era solo parte del folklore, también la sostenían eruditos como san Alberto Magno (c. 1200-1280), teólogo y naturalista medieval, uno de los primeros intérpretes de la filosofía de Aristóteles y gran conocedor de las enseñanzas de la Antigüedad. Se decía que san Alberto estaba tan convencido del poder de los murciélagos que todas las noches se frotaba la cara con sangre de murciélago para así ver mejor en la oscuridad y poder seguir leyendo libros y pergaminos hasta bien entrada la madrugada.

Puede que hiciera uso de ese truco cuando escribió su obra De animalibus (Sobre los animales), en la que, siguiendo la costumbre de los bestiarios medievales, los animales reales comparten espacio con dragones o unicornios.

SENTIDOS NOCTURNOS

Cuando la oscuridad se asienta sobre prados y bosques, las musarañas y los erizos salen en busca de alimento. Olfatean, esperan y avanzan con prudencia. Los ratones y campañoles se afanan raudos como flechas en buscar comida. Desde las sombras, los observan los búhos, que aguardan el momento adecuado para atacar a sus presas. Las silenciosas alas de los búhos resultan casi espeluznantes en plena noche. La gran mayoría de las aproximadamente doscientas especies de búhos y lechuzas que existen en el mundo son nocturnas. Cuando anidan, a principios de la primavera, puede escucharse su característico ulular antes de la puesta de sol o en las horas más frescas justo antes del amanecer. El canto del búho de montaña resuena en las llanuras a primera hora de la tarde, mientras que los sonidos rápidos y repetitivos del búho cornudo no se dejan oír hasta la medianoche. La hembra y el macho permanecen juntos únicamente mientras los mochuelos maduran, luego toman caminos diferentes y regresan a sus vidas solitarias.

En las sociedades agrarias, el búho era un buen amigo de los granjeros. Cada noche se encargaba, junto con los gatos, de mantener alejados de los graneros a ratas y ratones, que de lo contrario podían multiplicarse sin control. A menudo se ha asociado al búho con el misticismo y la sabiduría, por su capacidad de hallar el camino en la oscuridad. Atenea, la diosa griega de la sabiduría, tiene un búho por compañero. Pero la conexión del búho con la oscuridad y lo desconocido ha hecho también que estuviera rodeado de supersticiones. En otras épocas, los gritos lastimeros del cárabo, en particular, se interpretaban como un mal augurio y un presagio de muerte.

Los grandes ojos del búho no son muy buenos a la hora de detectar detalles a corta distancia, pero capturan de forma sumamente efectiva los rayos más débiles del crepúsculo en sus retinas, repletas de bastones fotosensibles. De noche, el búho es capaz de ver cien

veces mejor que los humanos. Cuando explora y escucha pistas, su cuello puede entornarse tres cuartos de vuelta, y las especies más nocturnas, como la lechuza común, poseen una cabeza en forma de antena parabólica que les permite captar hasta el más mínimo sonido de sus presas. Sus dos oídos tienen formas diferentes, por lo que distinguen claramente de qué dirección provienen los sonidos. Un retraso de un microsegundo entre el sonido captado por el oído derecho y el izquierdo es suficiente para que un búho detecte el más mínimo susurro y lo localice con la máxima precisión.

Otra ave nocturna que ha inspirado numerosos mitos es el chotacabras europeo. Su zumbido prolongado y discordante es un elemento clásico de las noches de verano en la Europa septentrional. Desde la distancia, recuerda a un vehículo que pasa, pero cuando uno se acerca, puede reconocer el tono particular de tan extraño sonido. Cuando en la oscuridad una fuente de luz cae sobre la mirada del chotacabras europeo, este nos devuelve unos grandes ojos brillantes de color rojo rubí. Su tapetum lucidum, la membrana reflectante, le aporta una visión nocturna tremendamente efectiva.

El nombre de chotacabras alude a la antigua creencia de que, en efecto, estas aves ordeñaban a las cabras, a las que acababan dejando ciegas. Puede que la gente creyera que necesitaban robar la vista a otros animales para poder ver en la noche. Como tantas otras aves, en otoño los chotacabras migran al sur, y lo hacen siguiendo un estricto calendario lunar. Cuando brilla la luna llena, dejan de comer, aprovechando que la luz nocturna les facilita la caza de insectos. A medida que la luz de la luna se desvanece, el chotacabras recorre distancias cada vez más largas entre descanso y descanso.

En Sri Lanka se dice que el búho es el consorte del murciélago, y en algunas variantes de sueco antiguo el chotacabras y el murciélago compartían el mismo nombre. Todos al fin y al cabo son animales que vuelan por la noche, y a comienzos del siglo XVII aun se consideraba que los murciélagos eran aves. Pero mientras que el chotacabras depende de su buena vista, y el búho tanto de esta como del oído, el murciélago cuenta con un sexto sentido para orientarse en la oscuridad: la ecolocalización.

En el siglo XVIII, varios zoólogos estaban convencidos de que los murciélagos tenían en sus alas con una piel particularmente sensible que les permitía navegar en la oscuridad; en una palabra, que «sentían» el camino a seguir. Pero las investigaciones del italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) y del suizo Charles Jurine (1751-1819) demostraron que los instrumentos secretos de navegación de estos animales eran en realidad sus orejas. Vendaron los ojos y pusieron tapones en los oídos a diversos especímenes, y comprobaron que mientras que los que llevaban los ojos vendados eran capaces de sortear obstáculos en la oscuridad y capturar insectos, aquellos a los que les tapaban los oídos no lo lograban. Las anotaciones de Spallanzani y Jurine sobre sus experimentos se conservan en varias cartas que se intercambiaron. Si bien no llegó a completar su disertación sobre los murciélagos a la hora de ser publicada, Spallanzani fue ampliamente conocido en los círculos científicos por sus meticulosas observaciones y su amplio campo de estudios, que por ejemplo abarcó la actividad nocturna de las anguilas. Se dice que su figura sirvió de inspiración a E. T. A. Hoffmann (1776-1822) para «El hombre de arena», un célebre relato de terror sobre un científico que crea un autómata con aspecto de mujer que acaba por llevar a un joven a la locura.

No fue hasta 1938 que los investigadores dieron la razón a Spallanzani y Jurine y confirmaron que los murciélagos se sirven de su audición para navegar. Un estudiante de Harvard llamado Donald Griffin (1915-2003) había leído un artículo en el que se afirmaba que los murciélagos emiten llamadas en alta frecuencia, teoría que no obstante jamás había sido probada. Aquellas ideas se habían propuesto en el marco de las investigaciones de la industria de defensa, que en la Primera Guerra Mundial había comenzado a experimentar con la tecnología del sonar, basada en la interpretación de los ecos del sonido. Griffin contactó con un físico que había diseñado un detector ultrasónico, un aparato capaz de detectar sonidos por encima de la frecuencia que los humanos podemos percibir. Junto a un colega, Griffin reunió a varios murciélagos en su laboratorio de física. Los dos científicos fueron los primeros humanos en poder escuchar el sonido de estos animales, el cual los condujo a formular sus ideas sobre la ecolocalización.

Griffin, quien falleció en 2003, estuvo activo hasta el final. Un año antes había sido el invitado estrella de la Conferencia Norteamericana de Murciélagos, que se lleva a cabo cada año coincidiendo con las fechas previas a Halloween. Aquel año la conferencia se celebraba en Burlington, en el estado de Vermont. Cuando Griffin tomó el atril, el auditorio estaba lleno, dispuesto a escuchar al que en el ámbito de estudios de los murciélagos era una figura de la talla de Charles Darwin. Tras terminar su intervención, era difícil imaginar que alguien quisiera escucharme a mí hablando sobre la visión de los murciélagos, una disertación de quince minutos en la que exponía que, a pesar de nuestros estudios sobre ecolocalización, los murciélagos no son ciegos. Pero Griffin se sentó en la primera fila y, sesenta y cuatro años después de su revolucionario descubrimiento, demostró que su curiosidad por los murciélagos seguía intacta.

La ecolocalización o biosonar consiste en la capacidad de detectar y localizar objetos con la ayuda del sonido y su eco. Tras rebotar contra un objeto, las ondas de sonido regresan al emisor y le proporcionan información sobre la distancia, el tamaño, el movimiento o la velocidad de un objeto. Cuanto más cortas son las longitudes de onda, menor es el número de objetos contra los que las ondas sonoras reverberan. Así, si los humanos podemos crear un eco en un valle con nuestras voces, un murciélago por su parte es capaz de emitir y captar sonidos con los que reflejar la ubicación de pequeños insectos, lo que le permite atrapar a sus presas en la más absoluta oscuridad.

Su capacidad para combinar el vuelo con el uso del sonido para orientarse y buscar comida es la clave de su éxito como especie. Pero no son los únicos que emplean el sonido de ese modo: las ballenas usan la misma técnica, aunque con frecuencias más bajas, al igual que los guácharos o las musarañas, capaces como los murciélagos de percibir los ultrasonidos. Estos animales pueden por tanto orientarse en la oscuridad, ya sea en aguas turbias, bosques profundos, sistemas de cuevas o bajo el cielo nocturno. Los primeros murciélagos desarrollaron en paralelo la ecolocalización junto con la capacidad de volar, hace unos 60 o 70 millones de años. Con el tiempo, se convirtieron en expertos en la caza de insectos nocturnos, pues volar de noche les permitía evitar a las

veloces aves depredadoras. La noche y la oscuridad se convirtieron entonces en un nicho ecológico en el que estos mamíferos encontraban refugio ante sus enemigos naturales.

ANIMALES DEL CREPÚSCULO

El sueño de la razón produce monstruos. La famosa obra de Francisco de Goya (1746–1828) que representa a un personaje dormido con la frente apoyada en una mesa nos revela que la noche es un mundo extraño. Detrás del hombre asoman la oscuridad y los sueños, que adoptan la forma de gatos, búhos y murciélagos, los símbolos de la noche, animales inspiradores y temidos por igual.

Los humanos no estamos muy bien adaptados a desenvolvernos en la oscuridad. Nuestros sentidos son muy limitados, y además por la noche nuestro cerebro precisa descansar, a fin de clasificar las impresiones y las vivencias del día. Al ponerse el sol, nos adormecemos y nos retiramos. Cuando al final de la tarde apagamos el ordenador y luego las luces de la oficina —o, lo que suele ser más habitual, nos vamos sin apagarlas—, nuestro cerebro inicia un cambio de turno. El tráfico abandona lentamente la ciudad, las máquinas se sumen en el silencio y los rayos del sol se tiñen de rojo. Cuando las luces de la calle parpadean, sabemos que es de noche y que pronto será hora de cenar, tal vez de descansar un rato en el sofá y luego acostarse. Los trabajadores nocturnos comienzan su jornada, y algunos transeúntes nocturnos se les suman, pero en la oscuridad el alboroto suele ser mucho menor.

Esta tendencia a permanecer activos durante el día la compartimos con la mayoría de los primates, pero por lo demás somos un caso bastante excepcional entre los mamíferos. Gran parte de las casi seis mil especies de mamíferos existentes prefieren las horas del amanecer y el atardecer o la noche, y así lo han hecho desde la época en que los continentes formaban una sola masa de tierra, cuando Europa se hallaba cubierta por una densa selva tropical. En la época de los dinosaurios, los primeros mamíferos actuaban al amparo de la oscuridad, valiéndose de su sofisticada visión nocturna, de bigotes con los que palpaban los objetos próximos, de un fino oído atento al más mínimo susurro y de un sentido del

olfato adaptado a los olores de la noche. En la oscuridad, aquellos animales contaban con un refugio frente a sus depredadores y podían alimentarse de toda una variedad de insectos nocturnos.

Muchos de aquellos mamíferos eran de pequeño tamaño y vivían en árboles, arbustos o en el suelo, ocultos bajo las hojas caídas. Se alimentaban principalmente de semillas, insectos y otros animalillos, en cuya búsqueda se aventuraban a salir solo tras la puesta del sol. De estos mamíferos primigenios partió la base genética de todos los mamíferos que existen hoy en día, desde las ballenas hasta los murciélagos. Y todos ellos proliferaron en las sombras. Cuando los dinosaurios finalmente se extinguieron, los mamíferos ocuparon sus nichos vacíos, se dispersaron, crecieron e incluso se aventuraron a salir a la luz del día. Pero nuestros perros aún siguen más fácilmente un rastro en la humedad del atardecer, y es en esas horas cuando, en mis expediciones en busca de murciélagos, me encuentro con alces en los caminos, con martas de ojos brillantes en las lindes de los bosques o con zorros que han salido a cazar por los campos. Los mamíferos siguen siendo en gran medida animales crepusculares que reducen su actividad en pleno día. Incluso los animales que asociamos con la actividad diurna, como ciertas ardillas, ungulados y la mayoría de los depredadores, cuentan con algunos de los sentidos nocturnos característicos.

No es raro que los gatos despierten a sus dueños con sus maullidos en plena noche, pidiéndoles salir de casa. Puede que en el hogar el gato se muestre como un animal tímido y perezoso, pero al aire libre sigue siendo un depredador. En 2013, la BBC emitió el documental La vida secreta de los gatos, basado en el seguimiento al que se sometió a un total de cincuenta gatos en una zona residencial del Reino Unido. Cada gato iba equipado con un GPS y una microcámara, que permitían documentar todos y cada uno de sus movimientos. Se descubrió que todos los gatos contaban con un área de acción perfectamente definida y de una extensión más reducida de lo que anteriormente se creía. Varios gatos pueden parcelar un área determinada y patrullar por ella en diferentes momentos del día o de la noche. Algunos gatos eran decididamente animales crepusculares, mientras que otros podían mostrarse activos a cualquier hora. Algunos entraron en casas de otros gatos y se comieron su comida, lo que daba lugar a una lucha por el poder

cuando el ladrón era descubierto.

Con la ayuda de las cámaras nocturnas modernas, capaces de obtener imágenes con muy poca luz, estos últimos años hemos descubierto que los animales que durante la noche se muestran activos son más de los que creíamos. Los guepardos, por ejemplo, a los que se tenía por cazadores principalmente diurnos, aprovechan la luna llena en las llanuras para cazar a casi tantas presas como a la luz del día.

En la sabana, los elefantes siempre se han mostrado más activos durante el día, aunque a veces las matriarcas aprovechan la llegada del frescor de la noche para conducir a su prole hasta algún pozo de agua. Si bien en la oscuridad depredadores nocturnos como los leones o las hienas llevan ventaja, en los últimos años algunas manadas de elefantes africanos han comenzado a mostrarse más activas al ponerse el sol. El motivo son los cazadores furtivos, de los que los elefantes se sienten más protegidos en la oscuridad de la noche. Los miembros más viejos de la manada conocen muy bien los límites de la reserva, adónde pueden ir con seguridad y dónde están expuestos al acecho de los humanos: solo al amparo de la oscuridad, los elefantes se aventuran a recorrer el espacio entre una reserva natural y otra.

En el desierto, los rayos del sol pueden llegar a causar la muerte a quienes se aventuran a salir. Por ello, la noche se ha convertido en un santuario para todos los seres vivos, incluidos los cactus, que florecen solo en la oscuridad, en previsión de los viajes de los murciélagos para polinizarlos. Las mangostas son depredadores, parientes cercanos de las suricatas, que habitan en la sabana. Consideradas desde siempre un mamífero diurno, dos investigadores demostraron tras observarlas más de cerca que durante la noche tienen una vida relativamente agitada. El estudio demostró que varios individuos cambiaron su lugar de residencia, otro ahuyentó a un intruso y otro más se dedicó a inspeccionar varios hoyos en un área diferente a la que vivía. Lejos de pasarla durmiendo, las mangostas siguieron mostrándose activas durante la noche, tanto en el interior de sus madrigueras como en el exterior.

Cuantos más animales estudiamos, más nos damos cuenta de que tanto el día como la noche son igualmente importantes para su

ecología. En un mundo cada vez más iluminado, los límites entre los diferentes momentos del día se desdibujan y los patrones de actividad cambian. Todavía sabemos poco sobre lo que esto puede significar para la vida animal y vegetal.

CANTANDO A UNA LUZ INDEBIDA

Uno de los sonidos más familiares de la noche, sobre todo en las latitudes meridionales, es el agudo y persistente canto de los grillos y las ranas. A muchas personas les resultan apacibles; hay quien utiliza grabaciones con el sonido de los grillos para relajarse o dormirse por la noche. No obstante, es posible que la frecuencia del sonido de los grillos se encuentre justo en el límite de lo que los humanos pueden percibir y, a veces, puede resultarnos en extremo desagradable.

Los grillos utilizan sus cantos para marcar su territorio y aparearse. El macho suele emitir sonidos por la noche. Sus serenatas se hallan íntimamente ligadas a la transición entre la luz y la oscuridad, por lo que pequeños cambios en la intensidad de la luz son suficientes para que el grillo decida postergar su canto, frustrando así el ritual de apareamiento. Además, cuando la luz es demasiado brillante, el crecimiento de los grillos jóvenes se retrasa. Ello se debe a que los insectos aceleran o ralentizan su crecimiento en función de la duración del día, la cual les indica la época del año en la que se encuentran.

El canto de los grillos no solo atrae la atención del sexo opuesto, sino también de los depredadores. Los grillos que cantan con la luz equivocada corren un riesgo mayor de convertirse en alimento antes de haber tenido siquiera tiempo de aparearse. La desorientación causada por la luz artificial es común a muchos otros insectos: las polillas pueden pasar largos ratos revoloteando alrededor de los haces de luz, convirtiéndose así en presa fácil para las aves, las ratas, los lagartos, los sapos o las arañas, que aprovechan el suculento bufé que estos insectos les ofrecen. Incluso el simple hecho de permanecer cerca de las farolas, aunque sea al amparo de la oscuridad, las convierte en un blanco fácil para los murciélagos, que se convierten entonces en su principal enemigo.

A finales del pasado siglo, mis colegas del pequeño grupo de estudio

de murciélagos de la Universidad de Gotemburgo estudiaron las interacciones entre las polillas y estos mamíferos en esa ciudad. Para ello se sirvieron de un pequeño generador ultrasónico, que les permitía emitir sonidos de alta frecuencia similares a los que emitiría un murciélago. Con el generador, era posible alterar la reacción de las polillas de maneras distintas, como si de un control remoto se tratara: haciendo que la polilla elegida se zambullera en el suelo, volcara una moneda pequeña o diera una vuelta en la oscuridad de la noche. Dándole a un botón, el animal dejaba de batir sus alas; con otro, la impulsaban a desviarse de su curso para así confundir al perseguidor que la acechaba. Cuando un murciélago emite sus sonidos de ecolocalización para dar con sus presas, puede llegar hasta los 130 decibelios, con lo que si estas son capaces de captar frecuencias altas, no tienen problema para oírlo. Es el caso de las polillas, que gracias a esta habilidad evitan convertirse en presa fácil para sus hambrientos cazadores.

Sin embargo, cuando el generador sónico se probó en polillas que se hallaban bajo la luz de una farola, estas parecían sordas y no reaccionaban en absoluto. Parecía como si la luz engañara a su sistema auditivo. El motivo es que las polillas reaccionan de forma distinta al peligro dependiendo de si hay luz u oscuridad: si de noche su principal amenaza son los murciélagos, durante el día lo son las aves. Los resultados de la investigación, aparecidos por primera vez en 1998 en la revista científica Animal Behaviour, han sido numerosas veces citados durante los últimos años, pues encajan perfectamente en el nuevo campo de estudio de la contaminación lumínica.

Los ojos de los insectos nocturnos son particularmente sensibles al verde, el azul y el ultravioleta, con lo que ciertos tipos de iluminación los atraen más que otros. Así, las farolas naranjas, las más comunes en nuestras carreteras, atraen menos insectos que las antiguas lámparas blancas (lámparas de mercurio), que emitían una gran cantidad de luz en tonos violetas. Las nubes de insectos que antes se podían recoger a unos cincuenta metros alrededor de cada poste de luz ahora son más reducidas. Pero, en contrapartida, el número total de luces se ha incrementado.

Además, hoy en día, la plétora de luces de todo tipo, todas ellas con

diferentes longitudes de onda, suponen una nueva forma de atracción para los insectos. Una farola estándar atrae insectos desde unos veinte metros, pero a veces puede hacerlo desde cincuenta. Dado que la distancia entre farolas suele ser menor que esa cifra, resulta extremadamente difícil para los insectos estar cerca de una calle sin verse atrapados por alguna fuente de luz. Esto significa que cada camino, incluso la acera más modesta, actúa como una especie de barrera para su paso.

Aunque nos limitemos a emplear luces ámbar o incluso rojas, que no atraen tanto a los insectos, o creemos aparatos con un espectro lumínico expresamente diseñado para no desorientarlos, no resolveremos el problema principal que el uso intensivo de la iluminación artificial entraña: la luz que de forma constante se vierte hacia el cielo. Una farola desprovista de pantalla irradia más luz y energía hacia la atmósfera que hacia el espacio que debería iluminar. Esta luz sobrante crea en el cielo un halo difuso, al que se denomina sky glow o resplandor del cielo. En una tarde nublada, cuando la luz se refleja en la Tierra, ese resplandor puede cubrir nuestras ciudades como una inmensa cúpula amarilla, ocultándonos por completo el cielo nocturno y causando numerosos problemas a los insectos.

La luz de la luna llena puede ser lo bastante brillante como para mantener a ciertas especies de insectos en el suelo. Estos se expondrían a ser fácilmente capturados por sus depredadores, por lo que esperarán a noches más oscuras para volar. Normalmente, esto no supone un problema, pues una vez las fases lunares más brillantes han pasado, la oscuridad vuelve a imponerse en el cielo. De hecho, las fases de la luna son predecibles y recurrentes, generando uno de los ciclos de la naturaleza con los que se calibra el reloj biológico, y en ocasiones el simple paso de una nube que oscurezca una luna menguante es suficiente para que los insectos alcen el vuelo en la noche. Pero un cielo constantemente iluminado de manera artificial, incluso aunque pueda parecer oscuro a nuestros ojos, equivale a que hubiera siempre luna llena y, en ocasiones, resulta incluso más brillante que eso. Bajo tal cielo, ni siquiera las nubes son de ayuda, al contrario, pues reflejan parte de esa luz hacia la Tierra.

LAS LINTERNAS DE LA NATURALEZA

Numerosos animales e insectos cuentan con colores y patrones con los que camuflarse, seducir, engañar o disuadir a sus depredadores. Tales señales han ido cambiando a lo largo de millones de años, ajustándose en algunos casos a aquellos momentos del día en que resultaran lo más efectivos posible. Cuando encendemos una luz, alteramos el modo en que se reflejan los colores, los patrones se distorsionan y las estructuras se vuelven borrosas. Ello depende de los matices y longitudes de onda de cada tipo de luz: ciertos contrastes de color se incrementan con un determinado tipo o bien disminuyen con otro. Así, una criatura diseñada para permanecer oculta en la oscuridad puede de repente resultar completamente visible, o bien acabar atrayendo a un depredador en vez de a una posible pareja.

Ciertos tipos de polilla hacen todo lo posible para ser vistas en el crepúsculo, creando de ese modo un bonito espectáculo que se repite cada año. Las polillas fantasma de Suecia son ejemplares grandes, de color blanco tiza, que no pueden oír. Vuelan sobre los prados sin segar en la pálida oscuridad de las noches de junio, cuando la niebla se levanta de los arroyos y los túmulos, y la becada surca la noche por última vez. Las polillas comienzan a recorrer en silencio los prados, volando como si un ascensor invisible las transportara. Arriba y abajo, arriba y abajo, en un movimiento rítmico e incansable. Antes de que uno se dé cuenta, el prado se ha convertido en un mar de polillas de color blanco plateado. Todas ellas son machos, que han aparecido con la esperanza de encontrar una hembra. Su baile de apareamiento se lleva a cabo todos los años en el mismo lugar y en la misma época, y sus alas blancas son claramente visibles contra la hierba verde oscuro en la luz menguante del atardecer.

Pero las polillas fantasma ignoran que están jugando a un juego peligroso. Pronto, un murciélago del norte se abalanza en picado

desde unos cuatro metros de altura, y con un elegante giro en U atrapa una polilla sin apenas rozar la hierba. Varias veces he sido testigo tanto del baile coqueto con el que las polillas fantasma procuran asegurar la próxima generación, como de la súbita aparición de los murciélagos llegados desde las sombras tras los árboles para sumergirse en la hierba ondulante. Pasados unos cuarenta y cinco minutos, todo se detiene de repente. La oleada blanca se apaga, los murciélagos siguen su camino y un búho ulula anunciando que el espectáculo de la noche ha terminado. El crepúsculo de verano ha pasado y, con él, la noche más corta. El amanecer se impone de nuevo.

Estos últimos años, he sido testigo del vuelo de una polilla fantasma solitaria en una zanja cubierta de maleza, mecida en su ascensor invisible en la noche de verano. Pero ha pasado mucho tiempo desde la última vez que vi a las polillas inundando los campos con su danza durante la noche. La luz artificial atenúa el crepúsculo, la agricultura a gran escala se impone cubriendo los viejos prados, y las poblaciones de polillas disminuyen.

Las polillas fantasma eligen el momento en que la luz natural se refleja mejor en sus alas blancas para alzar el vuelo, ya que así los machos tienen más oportunidades de captar la atención de las hembras. Con luz artificial, el contraste entre el color claro de sus alas y el cielo de la tarde mengua, y la danza de apareamiento literalmente se desvanece. Nadie ha realizado un estudio formal sobre los efectos de este fenómeno, no al menos en lo que concierne a las polillas fantasma en Suecia, pero sí se ha comprobado que otras especies que también emiten llamativas señales en la oscuridad se ven afectadas de modo similar. Un claro ejemplo son las luciérnagas, unos escarabajos con linternas incorporadas que les permiten brillar con un intenso color amarillo verdoso en los prados en verano. Las hembras, que se parecen un poco a una oruga, carecen de alas protectoras. Al anochecer, trepan a una hoja o una brizna de hierba, dirigen su brillante trasero hacia el cielo y aguardan. Pronto aparecen los machos, que acuden volando, atraídos por la seductora luz, que semeja un diminuto diodo en la noche. El brillo de ellos es más leve, lejos del verde fosforescente de las hembras.

En algunos lugares del mundo, las luciérnagas están presentes en tan grandes cantidades que se han convertido en atracciones turísticas. Uno de esos lugares es Waitomo, en Nueva Zelanda, donde cada año medio millón de visitantes se adentran en una bulliciosa y laberíntica cueva en la que los recibe un resplandor fantasmal. Cientos de miles de luciérnagas emiten una luz azulada, parecida al brillo de la luna sobre un mar ondulante. Las luciérnagas de Waitomo pertenecen a una variedad distinta a la de los países nórdicos; se trata en realidad de larvas de mosquitos que, tras eclosionar al inicio de la primavera, tejen un pequeño nido de hilo de seda. De cada uno de los millares de nidos cuelga una veintena de largos hilos, provistos de unas gotas pegajosas que reflejan la luz en todas las direcciones, creando así una palpitante alfombra bajo el techo de la cueva. Los hilos atrapan a mosquitos y otros insectos pequeños, atraídos por la luz que las larvas desprenden. De hecho, a estas larvas a veces se las llama gusanos araña, porque atrapan a sus presas de modo parecido. Los mosquitos adultos también brillan. No se sabe con certeza por qué, pero podría tener que ver con el apareamiento, que es en el fondo la única tarea a la que estos se dedican: cuando se han apareado y la hembra ha puesto sus huevos en las paredes de la cueva, los machos mueren, dando lugar a una nueva generación de larvas luminiscentes.

Otra cueva en Tasmania alberga criaturas del mismo género, que con su seductor brillo atraen visitantes de todas partes. Como el fulgor de las larvas es más tenue y apagado cuando hay luz, la industria del turismo hace todo lo posible por evitar la iluminación artificial. Además, los visitantes aprecian mejor el espectáculo en la oscuridad, una vez sus ojos se han adaptado. En Nueva Zelanda he tenido la oportunidad de recorrer un bosque antes del amanecer, únicamente guiado por la luz de miles de luciérnagas en los arbustos: en cinco kilómetros, ni una sola vez tuve que encender mi linterna. En un contexto turístico, no obstante, es preciso hacer uso de la iluminación artificial, por lo que en la cueva de Tasmania se ha estudiado el efecto de las luces que ayudan a los turistas a ver donde pisan. Parece que los insectos lo llevan bien: se recuperan rápidamente y su ritmo natural continúa con normalidad, siempre y cuando las luces no permanezcan encendidas por mucho tiempo o con demasiada frecuencia. Pero eso solo sucede en espacios

controlados, como las cuevas. La situación no invita tanto al optimismo en el caso de las luciérnagas, cuya luz se activa tras ponerse el sol y alcanza su mayor intensidad justo antes de las primeras horas del amanecer, cuando la oscuridad es aún tupida.

En Inglaterra, en la década de 1990, cuando se temía que estas criaturas estuvieran desapareciendo, el público informaba sobre el descubrimiento de luciérnagas. Al principio la cantidad de sitios donde se encontraron aumentó, pero ahora parece haber una tendencia negativa, como si las luciérnagas estuvieran desapareciendo. Los ejemplares que se hallan en la actualidad pertenecen principalmente a reservas naturales o a campos alejados de la luz de las ciudades.

Una hembra de luciérnaga espera en su escondite a que acabe el día, para encender sus luces poco después de que comience el crepúsculo. Bajo un cielo iluminado artificialmente, su luz permanecerá apagada, a pesar de que su reloj interior haya despertado su deseo de aparearse. De hecho, aunque se suba a la brizna de hierba con su luz encendida, es posible que no sea visible. Las señales de las hembras quedan ahogadas por la luz circundante, pues basta con una luz equivalente a la de la luna llena para reducir la capacidad de percepción de los machos. A menudo, estos pueden volar hacia otros focos que brillan desde lejos, con la esperanza de encontrar una gran colonia de hembras, para finalmente descubrir que han sido engañados por las luces de las ventanas, los automóviles o las farolas.

Las luciérnagas emiten un parpadeo que puede ser de distinta coloración según la especie —amarillo, ámbar, naranja o verde— y con el que se comunican entre sí en una especie de código morse luminoso. Para la mitología china, las luciérnagas aparecen cuando la hierba de las llanuras es pasto de las llamas, mientras que en Japón la luz de estos insectos simboliza las almas humanas del pasado. La luciérnaga nos fascina y atrae, y en todo el mundo hay aún abuelos que cuentan a sus nietos cómo antes los niños solían juntar luciérnagas en frascos para usarlas como luces en la noche.

Cuando en la danza de apareamiento el macho emite su luz, la hembra responde devolviéndole el destello, creando así una alianza entre ambos. La luz también puede servir de guía a la luciérnaga en

su búsqueda de alimento en la oscuridad, o para disuadir a algunos depredadores, comunicándoles que son venenosas. En algunos lugares es posible ver colonias enteras de luciérnagas parpadeando en sincronía, a modo de panel de control palpitante en la oscura noche tropical. Entre esos lugares se hallan los pantanos de manglares en Filipinas, donde las luciérnagas hembra se aposentan en los árboles y emiten su verde parpadeo mientras los machos sobrevuelan los árboles destellando al unísono, como si de un espectáculo navideño surrealista se tratara. No sorprende que existan mitos en los que las luciérnagas aparecen como almas que huyen o guías que muestran a los viajeros perdidos el camino a casa.

LA PRIMAVERA SILENCIOSA

La autora y bióloga marina estadounidense Rachel Carson (1907-1964) fue una de las pioneras del movimiento ambientalista. En su libro Primavera silenciosa, publicado en 1962, Carson criticaba el amplio uso del DDT y vaticinaba la mortandad de insectos a la que hoy estamos asistiendo. Sin insectos, no hay pájaros ni tampoco sus cantos. La silenciosa primavera que daba título al libro es nada menos que la muda distopía de un ecosistema empobrecido. Suecia fue el primer país en prohibir el DDT, en 1969, y el resto del mundo pronto hizo lo mismo. Aunque la primavera no ha sido aún silenciada, las aves insectívoras, siguiendo el mismo camino que sus presas, se hallan en declive. Para otras aves, especialmente aquellas omnívoras que pueden encontrar comida en las ciudades, las cosas no van tan mal.

Entre estas últimas se halla el mirlo europeo, considerada ave nacional en Suecia. Tradicionalmente, el mirlo es un pájaro algo tímido, que se siente cómodo oculto en los bosques profundos y oscuros o entre matorrales de ambientes húmedos y umbríos, en los que puede oírse su melódico trino. El plumaje oscuro del mirlo se mezcla perfectamente con el follaje del bosque, donde permanece al cobijo de ramas y hojas cuando debe posarse en el suelo en busca de comida. Pero en el siglo XIX, con la llegada de la industrialización, el mirlo se convirtió en parte de la ciudad. Cada vez menos mirlos se molestaban en migrar en invierno, y los que se quedaban cantaban con más fuerza y durante más tiempo, hasta bien entrado el otoño. En entornos metropolitanos ruidosos, su canto era más fuerte aún, ya que solo de ese modo les era posible hacerse oír por encima del tráfico.

En la ciudad medieval de Leipzig, un equipo de investigadores se dedicó a estudiar el comportamiento del mirlo en el atardecer. El propósito era saber cuánto tiempo estas aves permanecían cazando y comiendo después de la puesta del sol, y comparar los resultados

obtenidos en los entornos de bosques y parques con los del centro de la ciudad. Resultó que cuanto más brillaban las luces de la ciudad, hasta más entrada la noche permanecían los mirlos activos. Algo así como los humanos. Este fenómeno era especialmente evidente al acercarse la primavera.

A veces, cuando regreso a casa a altas horas de la madrugada después de estudiar murciélagos en el campo, oigo el temprano trino de los pájaros cantores matutinos, que se han levantado a las dos en punto, mucho antes del amanecer. Una luz equivalente a la de la luna llena basta para impulsar a algunas aves a iniciar su canto, sobre todo en primavera, cuando están estableciendo sus territorios de apareamiento. Un macho que se levante temprano tiene más posibilidades de impresionar a las hembras con sus persistentes cantos.

En Múnich, a unos 400 kilómetros al sur de Leipzig, los investigadores pudieron comprobar a cuánta luz están expuestos los mirlos diariamente. Las aves fueron equipadas con pequeños dispositivos que registraban su exposición a la luz a lo largo de todo el día, información que quedaba almacenada en un chip. La conclusión fue que, en promedio, los mirlos urbanos están expuestos durante la noche a aproximadamente mil veces más luz que las poblaciones forestales. Mientras que los mirlos de bosque viven en condiciones de luz que corresponden aproximadamente a las noches nubladas de otoño, los mirlos urbanos siempre están expuestos al menos a una luz equivalente a la de una luna llena. Además, experimentan casi una hora más de luz de intensidad equivalente a la del día.

En 2019, se comprobó que el número de mirlos que cantaban hasta otoño era más elevado que nunca, especialmente en el área de Estocolmo. El clima templado de noviembre, combinado con las luces de la ciudad, parecía dar a esas aves la sensación de que aún estaban en primavera. El canto normal que los mirlos emiten en las sombras, un gruñido silencioso que puede escucharse en invierno, de repente había sido reemplazado por un trino de apareamiento en plena oscuridad de noviembre. La gente suele reaccionar al canto del mirlo, lo que puede que no sea tan extraño. Al fin y al cabo, hemos oído su trino desde que dimos nuestros primeros pasos, y lo

asociamos tan íntimamente con la primavera que sus sentimientos primaverales nos contagian. De manera instintiva, percibimos que el canto del mirlo no encaja con la música navideña de las tiendas de la ciudad.

Los hábitos de las aves en la ciudad se prolongan mucho respecto a los de los miembros de su misma especie en ambientes boscosos. Para las primeras, la temporada de apareamiento es sensiblemente más larga, lo que significa más tiempo cantando, socializando y buscando comida. En algunos casos, debido a que alcanzan antes la madurez sexual, las aves de ciudad cuentan con casi un mes más para tener a sus crías. Incluso son capaces de tener a varias crías en una sola temporada. La temperatura es también más cálida en la ciudad, que además suele ser un espacio con menos depredadores. Pero no es un hecho que a las aves de la ciudad las cosas les vayan mejor: a largo plazo, parece que el hecho de que el día se prolongue no les es beneficioso.

Una razón es el impacto que sufren sus sistemas hormonales. En principio, el regreso de la luz del sol en primavera incita en ellos el deseo de cantar, aparearse y segregar hormonas sexuales. Los días más largos y las temperaturas más altas que reemplazan a las largas noches de invierno son momento para la puesta de los huevos: si todo se hace en la época debida, los polluelos eclosionarán coincidiendo con el regreso de los insectos a la vida al llegar el verano. Los receptores sensibles a la luz existentes en el hipotálamo y en la glándula pineal permiten a las aves ajustar su reloj biológico constantemente, con el fin de optimizar la supervivencia de la próxima generación. Pero si la luz es engañosa y anuncia la llegada de la primavera a destiempo o altera la duración de la noche, las aves pueden alcanzar la madurez sexual en el momento equivocado. En el mejor de los casos, les otorga una ventaja competitiva; en el peor, machos y hembras desajustan sus relojes, los huevos eclosionan antes de que haya comida disponible y los sistemas del organismo pasan a hallarse bajo estrés. Un estudio realizado en Florida mostró que los gorriones expuestos a la fiebre del Nilo Occidental, una enfermedad viral relacionada con la fiebre amarilla y la hepatitis C, enfermaban un promedio de dos días más si durante ese tiempo se hallaban expuestos a luz artificial. La iluminación en las ciudades inhibía el sistema inmunológico de las

aves, lo que a su vez incrementaba el riesgo de que el virus se propagara a los humanos.

Si, como ocurre con los murciélagos y los ciervos, el apareamiento tiene lugar en otoño, es evidente que los animales no desean tener crías en pleno invierno. Por ello, la hembra del murciélago almacena el semen hasta que la llegada del tiempo primaveral le muestra que es hora ya de que el óvulo sea fertilizado. Esto permite también que la temporada de apareamiento se extienda hasta el invierno, si las energías lo permiten. En el caso del ciervo, los óvulos son fertilizados directamente, pero el feto no empieza a desarrollarse hasta después del cambio de año, así el cervatillo no nace prematuramente. Adaptaciones como estas se rigen por varios factores, en los que la duración del día constituye un importante componente.

En el suroeste de Australia vive un pequeño animal parecido al canguro, conocido como ualabí de tammar. Las hembras de esta especie dan a luz seis semanas después del solsticio de verano, lo que les asegura un acceso óptimo a los alimentos y por tanto producir la mayor cantidad de leche cuando las crías más lo precisan. Como un calendario natural, los cambios en la luz indican el momento adecuado para iniciar el proceso. Sin embargo, en Garden Island, frente a la costa de Australia, algunas poblaciones de ualabís tienen a las crías más tarde, hasta un mes después de lo habitual. Esto se debe a la cercanía de una base naval que proyecta luz artificial sobre el territorio en el que los ualabís habitan. Esta iluminación altera los cambios naturales y los referentes en el cielo vespertino. Los sistemas hormonales de estos animales se ven interrumpidos, lo que provoca retrasos en su apareamiento y en el nacimiento y el crecimiento de sus crías. Como consecuencia, los ualabís no nacen hasta que el alimento ha comenzado ya a escasear. Una vez más, la interferencia humana en forma de luz artificial altera la naturaleza.

LA BRÚJULA EN EL CIELO NOCTURNO

En Suecia contamos con una extraordinaria diversidad de aves en verano, cuando hay más comida disponible. Pero en cuanto las noches comienzan a prolongarse y las temperaturas descienden, hordas de pájaros inician su migración hacia el sur, desde los días de luz ininterrumpida del verano polar hasta los ciclos regulares de luz y oscuridad de los trópicos. Por todo el planeta, las aves se desplazan entre lugares de invierno y de verano y entre períodos lluviosos y secos, con el fin de anidar allí donde se halla la comida. Algunos de los migrantes, como el charrán ártico, recorren cuarenta mil kilómetros al año, es decir, una vuelta al mundo entera.

Para encontrar el mismo lugar año tras año, las aves cuentan con una gran cantidad de herramientas a su disposición, como una extraordinaria memoria para los puntos de referencia o la habilidad de navegar siguiendo el sol. Además, son capaces de percibir el campo magnético de la Tierra y determinar cuán hacia el norte o el sur se hallan, en lo que constituye una asombrosa brújula interna. Cómo funciona esta ha sido objeto de una larga investigación. En algunos ejemplares se han hallado partículas de magnetita, una sustancia magnética que podría ser parte de la explicación, pero hay muchos indicios de que en realidad las aves emplean sus ojos. A lo largo del borde de la retina existen unas proteínas llamadas criptocromos, que son particularmente sensibles a la luz azul. Los criptocromos se encuentran tanto en animales como en plantas y ayudan, entre otras cosas, a controlar el ritmo circadiano. Pero también se ha demostrado que existe un tipo de proteína criptocromática que responde a los campos magnéticos. Es posible, pues, que las aves y otros animales posean la capacidad de ver el campo magnético de la Tierra.

Para recorrer varios cientos de kilómetros y hallar el camino de regreso año tras año, las aves emplean también pistas nocturnas. Las migraciones nocturnas son un fenómeno común, especialmente

entre las aves pequeñas. Se estima que dos tercios de todas las aves migratorias realizan sus vuelos de larga distancia durante la noche. En la década de 1950, la pareja de ornitólogos compuesta por Eleanor y Franz Sauer construyó una jaula de cristal en la que se turnaban para sentarse durante las noches. En la jaula habían colocado a varios ejemplares de curruca, un ave que durante el período de migración muestra una clara tendencia a volar hacia el cielo nocturno. En las noches estrelladas, como en un arrebato, las aves se encaminan en una dirección concreta, mientras que durante las noches nubladas se muestran algo más tranquilas y vacilantes, como si no tuvieran tan claro adónde querían ir. Para probar la hipótesis de que las aves eran capaces de navegar guiándose por las estrellas, la pareja construyó un planetario en el que cada estrella estaba representada como un pequeño punto de luz en el techo, y trasladaron a las currucas allí. La proyección del cielo estrellado en el techo del planetario se podía encender, apagar y hacer rotar. Cuando las estrellas brillaban con normalidad en el techo pintado de azul intenso, las currucas se dirigían en la misma dirección. Sin embargo, si el cielo estrellado se apagaba, la bandada parecía confundirse, y los pájaros se dirigían en direcciones ligeramente distintas. Eso si llegaban a intentarlo: varias aves preferían sentarse y acicalar su plumaje, a la espera, en apariencia, de que el cielo aclarara. El descubrimiento más interesante fue que era posible influir en la dirección de vuelo de las aves simplemente haciendo girar toda la proyección. Era obvio que los pájaros estaban estudiando el cielo estrellado y actuando de acuerdo con su patrón. La pregunta era cómo.

Si hay una sola estrella que la mayoría de cuantos vivimos en el hemisferio norte somos capaces de reconocer, es la estrella polar. Situada a cuatrocientos años luz de distancia, esta estrella resulta claramente visible en los cielos nocturnos del norte, como una guía inmutable en el cielo en constante cambio. Alrededor de la estrella polar, la Osa Mayor y las restantes estrellas giran lentamente en sentido contrario a las agujas del reloj a medida que avanza la noche. La estrella polar es el polo celeste, el equivalente en la bóveda celeste al polo norte geográfico. Este astro ha servido como guía para navegantes de todas las épocas, y probablemente también para las aves. Intrigado por saber si esto último era cierto, Stephen T. Emlen retomó las investigaciones de Franz y Eleanor Sauer allí

donde estos las habían dejado. Emlen trabajó con pinzones índigo, unos hermosos cardenales azules que todos los años se desplazan entre América del Norte y el Caribe. Para estudiarlos, creó su propio firmamento estrellado y utilizó un sistema por el cual los pinzones se desplazaban con tinta en las patas sobre una hoja de papel, dejando con cada movimiento o cambio súbito de dirección pequeñas huellas en la superficie. De ese modo, Emlen investigó el ritmo circadiano de las aves y lo que estas divisaban en el cielo. Tras registrar los cambios que se producían si bloqueaba ciertos segmentos de las constelaciones en su falso cielo estrellado, concluyó que la estrella polar y la Osa Mayor servían como punto de partida para la navegación de los pinzones.

Pero Emlen fue un paso más allá. Hizo que su cielo nocturno casero girara alrededor de otra estrella. La elegida como nuevo polo celeste fue Betelgeuse, una estrella gigante roja que brilla en la constelación de Orión, conocida por todo aquel que haya leído la ya clásica Guía del autoestopista galáctico, de Douglas Adams. Betelgeuse ha consumido todo su hidrógeno, por lo que su brillo es rojo en lugar de blanco. Se espera que en algún momento se convierta en una supernova. Puede que suceda hoy mismo o bien dentro de mil años, y cuando eso pase, podremos ver el espectáculo a simple vista, incluso durante el día. Por ahora, es en la oscuridad de diciembre cuando más claramente puede verse a Betelgeuse, montada en uno de los hombros de Orión. Cuando los pinzones índigo de Emlen vieron que el cielo giraba alrededor de Betelgeuse en lugar de alrededor de la estrella polar, se dirigieron hacia aquella para iniciar su viaje hacia el norte. Otro grupo de pinzones, a los que Emlen había engañado para que creyeran que era otoño, intentó volar exactamente en la dirección opuesta. Los experimentos de Emlen y Sauer se han repetido numerosas veces y de formas muy distintas en los últimos cincuenta años, y de ellos se concluye que las aves poseen una habilidad innata para estudiar el cielo estrellado y reconocer el patrón de las estrellas más cercanas a los polos celestes. Este conocimiento, junto con su brújula interna, sería lo que las guiaría por el camino correcto en sus largos viajes nocturnos por la Tierra.

Desde hace mucho, sabemos que las aves que viajan de noche vuelan alto cuando la luna brilla en el cielo despejado y hay miles

de estrellas. En las noches nubladas, la lluvia y la niebla hacen que las aves vuelen más bajo, con lo que corren el riesgo de confundirse con las luces y los edificios. Un gran número de ellas colisionan con mástiles, torres y faros en todo el mundo. En un notorio incidente de 1968, no menos de cinco mil pájaros —en su mayoría pájaros cantores—, chocaron contra una torre de televisión en Nashville, en Estados Unidos. Debajo del faro de Long Point, en la zona sur de Canadá, se recogieron entre 1960 y 1969 un total de siete mil aves muertas o heridas. Ya en 1880 se había hecho una recopilación de los casos de aves muertas por culpa de los faros en América del Norte. Los faros de los estados situados en la mitad sur de la costa este —Luisiana, Florida, Carolina del Norte y Carolina del Sur— resultaron ser los más peligrosos, coincidiendo con algunas de las rutas migratorias más importantes de las aves.

La hipnótica atracción que despierta la luz ha sido aprovechada como método de caza en numerosos rincones del mundo. A principios del siglo XX, en India, había tratados que aconsejaban capturar aves encendiendo linternas en las noches en las que la niebla era densa y el viento venía del sur. En los tiempos modernos, en la sabana africana, las aves son atraídas en el crepúsculo con focos móviles para que los turistas puedan verlas. Ya en 1883, antes del avance de la luz eléctrica, George Romanes, el amigo de Darwin del que anteriormente hablé, comparó la atracción de la luz por las aves con la de las polillas. Romanes se preguntaba si la llama de una vela encendida, un fenómeno desconocido en la naturaleza, podría confundirse con una flor blanca u otros objetos que estimularan la curiosidad innata de las aves. También señaló que los peces se sentían atraídos por las linternas que colgaban de los barcos, como saben los pescadores desde tiempos inmemoriales. Ya sean insectos, pájaros o peces, la oscuridad es esencial para todos los seres vivos.

CIUDADES DESLUMBRANTES

El 11 de septiembre de cada año, la instalación artística Tribute in Light se enciende en Nueva York, en el mismo lugar donde una vez estuvieron las Torres Gemelas. Como su nombre indica, se trata de un auténtico «Homenaje en la luz», en el que ochenta y ocho focos unen sus haces para erigir dos enormes columnas de una brillante luz azul. En una noche despejada, las luces pueden alcanzar una altura de casi un kilómetro y, a pesar del brillante resplandor de la metrópolis, pueden verse desde quince kilómetros de distancia. Este homenaje a las víctimas de los ataques terroristas del 11 de septiembre es presenciado por decenas de miles de personas, pero el evento tiene unos inesperados visitantes: las aves migratorias que por aquellas fechas cruzan el cielo de la ciudad. Como los focos únicamente se encienden una noche al año, este evento ofrece a los investigadores una excelente oportunidad para observar el efecto de la luz en las aves. Entre 2010 y 2017, se estudió de qué modo reaccionaban y qué patrones de vuelo adoptaban alrededor de los pilares de luz, lo que permitió descubrir unos extraños patrones de conducta. Poco después de que las luces se encendieran, grandes bandadas de aves se agolpaban en sus inmediaciones y entre graznidos describían círculos a su alrededor. Se estima que, en el conjunto de las siete ocasiones en que se encendió la instalación durante el estudio, más de un millón de aves se congregaron junto a ella. Sin embargo, tan pronto como las luces se apagaban, las bandadas se dispersaban. El estudio era una nueva prueba de cómo la luz artificial afecta y confunde a estos animales.

A medida que los rascacielos han ido creciendo a lo largo y ancho del continente americano, el problema de las aves confundidas por la luz no ha hecho sino aumentar. El fulgor que las grandes ciudades emiten y el halo brillante que las recubre difuminan las estrellas, incluso en las noches despejadas, atrayendo a las aves, que acaban por volar más bajo de la que sería su altitud normal. Al expandirse, las principales metrópolis difunden su luz cada vez más

allá, hacia el campo circundante, y más alto en la atmósfera, con lo que las noches rara vez resultan lo suficientemente estrelladas como para ayudar a las aves en su navegación. Una vez atrapados en la cuadrícula de los rascacielos, los pájaros se sumen en un laberinto de luces confusas, cristales reflectantes y elevados obstáculos. Las luces más potentes atraen intensamente a las aves, que pueden quedar atrapadas en conos de luz como si de polillas confundidas se tratara. El brillo que emiten las zonas más céntricas de las ciudades, por su parte, les recuerda a las franjas de luz del horizonte, con lo que las aves pueden dirigirse hacia ellas o bien desviarse de su trayecto. Esta iluminación es además capaz de inhibir la visión nocturna natural de las aves e incluso deslumbrarlas, lo que las obliga a volar más bajo para buscar puntos de referencia.

El Gran Lago Salado, en el norte del estado de Utah, es el principal santuario de aves de Norteamérica. El número de aves que cada año pasan por esta región se cuenta por millones. En el lago y los humedales circundantes conviven aves de playa y aves marinas, aves zancudas, pájaros que toman un descanso en su viaje y parejas nidificadoras pertenecientes a más de trescientas especies distintas. Se podría decir que, aunque se trate más de un mar interior que de un lago, el Gran Lago Salado es el equivalente norteamericano al lago Hornborga, en Suecia. Al sureste del lago, la ciudad de Salt Lake City está creciendo. Célebre fuera del país por haber sido sede de los Juegos Olímpicos de Invierno en 2002 y por contar con una importante comunidad mormona, Salt Lake City tiene en la actualidad unos doscientos mil habitantes, lo que la convierte en una urbe relativamente pequeña para los estándares norteamericanos. No obstante, su área metropolitana se está extendiendo rápidamente por las regiones orientales del Gran Lago Salado, uniéndose con las ciudades de Ogden y Logan. Las luces de los barrios residenciales y de los centros urbanos se reflejan en los humedales salados y ricos en nutrientes, tiñendo el cielo de un pálido tono anaranjado. Los residentes de Salt Lake City están comenzando a comprender la grave amenaza que esto supone para la gran diversidad de aves que viven y prosperan en el área. El Tracy Aviary, jardín botánico y centro de investigación de aves ubicado en plena Salt Lake City, lleva trabajando desde 2014 para educar al público e investigar sobre la contaminación lumínica, o animando a residentes de todas las edades a reunirse por las

mañanas para contar cuántas aves aparecen muertas en la ciudad. Asimismo, el centro se encarga de mapear la «luz innecesaria», como la iluminación decorativa de fachadas o las luces que no están convenientemente encauzadas o brillan con una intensidad excesiva.

Tracy Aviary ha puesto también en marcha un movimiento para que los residentes se comprometan a apagar las luces del jardín y atenuar las luces en sus ventanas durante las temporadas de migración de las aves, que van de marzo a mayo y de agosto a octubre. Los participantes rellenan un formulario en el que declaran que están combatiendo activamente la contaminación lumínica; a cambio, se les regala un letrero que pueden poner en su casa y que muestra tres pájaros contra la silueta negra y estilizada de unos grandes edificios, con los montes Wasatch, en el borde occidental de las Rocosas, alzándose al fondo. Para Tracy Aviary es fundamental que la cordillera permanezca a oscuras durante la noche, para así preservar para las generaciones futuras el contraste de luz natural entre los picos de las montañas distantes y los depósitos de sal en los valles.

UN FALSO VERANO

Hace un par de años, una tarde de finales de otoño, caminaba por las calles de Gotemburgo. Las cálidas cafeterías atraían a los clientes con sus cafés y sus bollos. Los letreros de Halloween habían sido retirados, y podían verse a personas que comenzaban a colocar tempraneros candelabros de Adviento. Era tentador tomar asiento con una manta y una taza caliente, pero continué mi caminata. La mayoría de los árboles habían perdido hacía poco sus hojas, pero aquí y allá aparecían coloridos abedules y arces iluminados por los focos situados a pie de tronco. Bajo aquella luz, los árboles seguían manteniendo todo su esplendor otoñal. El espectáculo resultaba sin duda hermoso, pero había algo allí que no encajaba.

Las plantas captan la luz solar con la ayuda de la clorofila, un pigmento que se encuentra en los cloroplastos de las células vegetales. Al reflejarse, la luz da a las hojas su color característico. Las hojas recién brotadas, de un verde claro, filtran la luz primaveral que desciende hacia el suelo. Pronto, esas hojas se oscurecerán para en verano adquirir un tono verde oscuro. En otoño, a medida que la luz se atenúa y los días se hacen más cortos, la clorofila se desvanece y las hojas cambian de color, pasando por todos los matices del fuego, antes de finalmente caer. Los árboles están listos ya para pasar el frío invierno.

El brillo de las luces puede engañar a los árboles, retrasando la caída de las hojas, a veces hasta bien entrado el otoño. Los botánicos han observado cómo los serbales y arces que se hallan junto a farolas retienen su cubierta de hojas hasta tres semanas más que los que crecen con luz natural, a pesar de que las condiciones climáticas sean similares. A comienzos de primavera, la luz artificial acelera el despertar de los árboles, acortando su descanso y haciendo que los brotes se abran de forma prematura. Los árboles más grandes, como los robles y las hayas, pueden florecer aproximadamente una semana antes si se exponen a la luz de la

calle, mientras que las plantas más pequeñas, más sensibles, pueden brotar más temprano incluso, a finales de invierno. Mientras los bosques más oscuros del campo todavía duermen, la vida vegetal de la ciudad está lista para el verano antes de que la escarcha haya apenas caído, casi parece como si el estrés de la vida de la ciudad hubiera atrapado también al reino vegetal entre sus garras.

Cada planta cuenta con un momento de la temporada en el que le es más propicio florecer a fin de maximizar el número de semillas. Liberar las semillas antes que los competidores puede ser una ventaja, pero la primavera puede ser traicionera. Los cogollos que acaban de brotar son muy sensibles al frío, por lo que las plantas necesitan algo que les sirva como guía fiable sobre las condiciones climáticas. Un ejemplo son los manzanos, cuyos capullos se congelan durante las heladas primaverales, fenómeno que muchos cultivadores experimentan cada vez con mayor frecuencia. La temperatura, la cantidad de horas de sol y los matices de color de la luz indican a los árboles el momento adecuado para florecer, por lo que la unión del calentamiento global y de la luz artificial omnipresente pueden causar problemas importantes a los ecosistemas vegetales.

Robert Hunt (1807-1887) fue el primero en estudiar la reacción de las plantas a diferentes longitudes de onda de luz. Como muchos de los científicos de su tiempo, Hunt combinó la búsqueda del conocimiento con el interés por el arte. Formado en física, química y anatomía, destacó como mineralogista y poeta, y fue un pionero en el campo del recién aparecido medio de la fotografía, del que pronto reconoció el poder y las posibilidades que encerraba. Sus conocimientos de química le sirvieron para experimentar con el revelado, y su formación en física le permitió estudiar la luz y sus longitudes de onda.

En la década de 1840, Hunt descubrió que diferentes partes del espectro de luz afectaban a las plantas de formas igualmente distintas. Las longitudes de onda más cortas de la luz del sol, la luz azul y violeta, suelen ser las responsables de indicar a las semillas que es momento de germinar, mientras que una luz más roja, con longitudes de onda más largas, normalmente impulsa su floración. Hasta el siglo XX no se identificaría a las encargadas de controlar

este proceso en el interior de las plantas, unas proteínas llamadas fitocromos. Estos pigmentos vegetales cambian en función de la luz del ambiente: cuando esta se altera, el proceso se realiza a la velocidad del rayo y permite a la planta percibir las diferencias entre las longitudes de onda, los colores de la luz.

La reacción de la planta depende del contexto que la rodea. Distintas luces tienen diferentes propiedades y las plantas reaccionan tanto a la intensidad como al color. Muchas luces modernas (LED) relucen con un brillo blanco, casi azulado, que se asemeja a la mezcla de longitudes de onda cortas y largas del sol de la mañana. Por su parte, las bombillas más antiguas, como las de las farolas tradicionales, suelen ser amarillas o ámbar y más parecidas al cielo de la tarde, que está dominado por longitudes de onda más largas. Se ha comprobado que esta última luz inhibe en vez de acelerar la floración de ciertas plantas. En los prados de Cornualles, en Inglaterra, los investigadores han estudiado el trébol pata de pájaro, cuyas características flores amarillas son reconocibles en prados y brezales en pleno verano. Este trébol suele atraer a gran cantidad de pulgones, si bien la floración tardía o la ausencia de floración puede diezmar las poblaciones de pulgón, lo que a su vez afecta a insectos como las crisopas verdes, las mariquitas, las moscas de las flores u otros que suelen sobrevolar los prados y que viven de las flores o de sus pulgones. Comienza así un efecto dominó que, una vez más, altera el ecosistema.

UNA NOCHE SIN FRUTO

En septiembre de 2017, se informó sobre un resplandor misterioso sobre Härnösand, Suecia. ¿Se trataba de un ovni? Los medios locales fotografiaron y compartieron el testimonio de los intrigados residentes, pero no era un ovni: las nubes bajas reflejaban en la noche oscura la luz de un invernadero recién inaugurado. Los humanos podemos engañar a las plantas para que sirvan a nuestros propósitos, y eso es precisamente lo que hacen los invernaderos que permanecen iluminados veinticuatro horas al día. Puede que el momento natural para la floración y la siembra no sea el adecuado para nosotros, pero siempre podemos forzar a las plantas y proporcionarles más o menos luz en función de nuestras demandas, no de sus necesidades.

Todos los años mi madre me regala una poinsettia, también conocida como flor de Pascua. Durante un tiempo, la planta adorna la mesa de mi cocina, pero una vez que ha florecido nadie espera que lo haga de nuevo. En México, donde es un símbolo tradicional de la Nochebuena, su período de floración es más largo y depende de la duración del día o, más bien dicho, de la noche. La poinsettia es una de las plantas llamadas «de día corto». Para florecer necesita poco más de medio día en ininterrumpida oscuridad, en combinación con la temperatura adecuada. Todos los años, las plantas deben estar listas en octubre para poder venderlas antes de la Nochebuena. En los invernaderos, la luz se ha configurado para engañarlas y hacerles creer que están creciendo bajo el cielo nocturno mexicano.

Casi todas las plantas requieren oscuridad; sus fitocromos son muy sensibles a los cambios en la luz, y la duración de la noche determina en gran medida cuándo deben descansar o crecer. Para una planta de día corto, la oscuridad es crucial, por lo que casi sería más preciso llamarlas plantas de noche larga. La oscuridad debe ser consistente, y ofrecer a la planta un descanso ininterrumpido de la

luz. A lo largo de la evolución, sus genes se codificaron para sincronizarse perfectamente con la claridad y brindarles el contexto más adecuado para propagar sus semillas, y con ellas sus genes, para la siguiente generación.

Los humanos podemos sacar partido de ello. En mi caso, si hubiera sido algo más cuidadoso, podría haber colocado mi poinsettia después del período de floración navideña en un armario oscuro durante unas trece horas cada día, y luego dejarla en una ventana otras once horas más. De ese modo, la planta se habría activado para florecer una y otra vez.

La alternativa al crecimiento de día corto es, por supuesto, el crecimiento de día largo. Algunas plantas necesitan una noche corta o un breve período de oscuridad ininterrumpida, seguido de un día brillante más prolongado. Los invernaderos de todo el mundo aprovechan esto, por lo que no es raro ver sus luces encendidas las veinticuatro horas. El calentamiento global y la luz artificial reinician los relojes internos de las plantas, con el riesgo que ello conlleva de destruir el delicado equilibrio entre la planta y sus polinizadores, entre plantas y herbívoros, entre presa y depredador. Basta con que la temperatura suba unos pocos grados o el crepúsculo retrase o acelere ligeramente su llegada para que el tiempo de floración se vea alterado, perjudicando a las criaturas que de esta dependen.

Hoy vemos que cada vez más plantas permanecen al margen de los insectos y jamás florecen. Un grupo de investigadores suizos estudió la polinización al pie de los Alpes, en una zona aún relativamente virgen, en la que los prados en flor descansan en la oscuridad de la noche, a la sombra de las laderas de las montañas. Cada noche, casi trescientas especies distintas de insectos visitan las vastas y húmedas praderas para polinizar unas sesenta variedades diferentes de flores. Una de esas plantas es el cardo de la col, cuyas brillantes flores, ricas en polen y en néctar, atraen a insectos de todas partes con sus atractivos aromas y sus colores que reflejan la luz ultravioleta. Los investigadores estudiaron cien ejemplares de cardo de col, repartidos en diez prados. A la mitad de ellos se le permitió permanecer en la oscuridad, mientras que a los restantes se los iluminó con lámparas habituales en las actuales farolas. El estudio

mostró que la cantidad de visitas por parte de los insectos a los cardos iluminados disminuyó hasta un 62 %, y que los frutos que estas producían eran mucho menores. Los polinizadores, en especial las polillas, simplemente no alcanzaban a llegar a muchas de las flores, con lo que estas no producían fruto.

FUEGOS ARTIFICIALES

En la década de 1990 pasé un fin de semana de agosto en compañía de dos amigos en la costa occidental de Suecia. Alquilamos un bote y fondeamos en un puerto natural. Era de noche y todo estaba en completo silencio. La oscuridad de finales de verano desdibujaba la línea entre el mar y el cielo nocturno, y el agua era tibia: tirarse del bote para zambullirse en ella era como lanzarse al espacio. Aún conservo en mi memoria los fuegos artificiales azulados que estallaron en el instante mismo en que mi cuerpo atravesó la superficie. Instintivamente, cada uno de los microscópicos dinoflagelados que flotaban en el mar encendió su diminuta lámpara, con lo que mi cuerpo dejó tras él una estela luminosa en el agua oscura y salada.

Este fenómeno lo experimentamos en la época en la que la temperatura del mar es especialmente alta, que suele tener lugar entre finales del verano y principios del otoño. Los dinoflagelados utilizan sus destellos para ahuyentar a los depredadores, como los copépodos, unos pequeños crustáceos. Su luz se activa por el tacto, pero también por la fragancia que otros seres puedan desprender. Además, con su luz pueden también atraer a peces más grandes, que se alimentan precisamente de copépodos. Los dinoflagelados no son los únicos organismos que brillan en el mar, en todos los océanos hallamos criaturas capaces de emitir luz, ya sea por sí mismas o en cooperación con las bacterias: desde algas a ascidias, crustáceos, estrellas de mar, gusanos, medusas o moluscos. Solo entre los peces, conocemos unas mil quinientas especies bioluminiscentes.

Las oscuras y desconocidas profundidades del océano forman un mundo completamente distinto al nuestro, un mundo en el que la luz solo se digna a realizar breves visitas. La vida se muestra en breves y cegadores destellos, el resto es la negrura más absoluta. Ante nuestros ojos aparece como una dimensión fantasmal y extraña, un lugar que no nos está destinado. Pero contar con la

capacidad de distinguir siluetas en la débil luz exterior que se filtra desde la superficie, o ser capaz de distinguir los fuegos artificiales que de repente emiten otros organismos, puede significar la diferencia entre la vida y la muerte.

El legendario calamar gigante está dotado de unos enormes ojos que pueden alcanzar los once centímetros de diámetro, los más grandes de todo el reino animal. Los científicos tardaron un tiempo en descubrir la función de unos ojos tan grandes: detectar objetos de gran tamaño. Los principales adversarios de los calamares gigantes son los cachalotes. Estos animales, que alcanzan los veinte metros de largo, son capaces de sumergirse hasta a dos kilómetros de profundidad con una única bocanada de aire y pueden devorar un calamar con facilidad. Pero con cada uno de sus movimientos, el cachalote estimula las pequeñas luces intermitentes que emiten los organismos que la rodean. La bioluminiscencia de los pequeños animales marinos y de las algas microscópicas es una señal de advertencia para los gigantescos calamares.

Pero incluso en las aguas claras, la luz se dispersa tan rápido que los objetos, sin importar su tamaño, parecen desaparecer cuando se ven desde la distancia. En el agua, los humanos solo alcanzamos a ver a una distancia de unos diez metros. El calamar gigante, con sus ojos del tamaño de un plato, es en cambio capaz de percibir la nube luminosa que genera un cachalote casi 120 metros más arriba, una distancia a la que la luz se ha desvanecido y no es más que un resplandor frío y borroso. Los cachalotes, por su parte, se ayudan del eco para cazar. Emiten sus chasquidos a un increíble volumen de 230 decibelios, una onda de sonido lo suficientemente fuerte como para romper la caja torácica a un ser humano. Solo fenómenos como los terremotos generan un ruido de magnitud comparable. Esos sonidos rebotan contra los objetos en las profundidades, creando un eco que revela la posición de presas potenciales ocultas en las profundidades.

La vida en el océano, cientos de millones de años más antigua que la vida en la Tierra, no se ha explorado aún por completo. Los organismos que habitaban los antiguos océanos probablemente se servían también de la bioluminiscencia para comunicarse y confundir a sus depredadores, pero solo en las negras regiones

abisales o en la oscuridad de la noche es posible experimentar estos fuegos artificiales. Los dinoflagelados, siguiendo un ritmo circadiano estricto, únicamente emiten su brillo en las aguas superficiales después de la puesta del sol. Si hay la más mínima irrupción de luz, el efecto desaparece. Si uno se da un baño nocturno bajo el resplandor de una lámpara o un foco, la bioluminiscencia no aparecerá. Por ello, para estudiar estos organismos, los científicos precisan cambiar el día por la noche, o bien simular una noche real.

En el Instituto Scripps de Oceanografía, ubicado en la soleada ciudad de San Diego, los laboratorios permanecen a oscuras. Unas tenues luces rojas son la única guía en el camino hasta las mesas de laboratorio, en las que uno puede encontrar todo tipo de frascos y matraces Erlenmeyer —unos recipientes especiales de forma cónica y fondo plano— en cuyo interior los dinoflagelados brillan como bengalas. En este ambiente, los científicos pueden estudiar qué procesos químicos desarrollan en estas criaturas cuando se activa la luz. El estudio tiene en parte como objeto satisfacer la curiosidad científica, pero cuenta también con el apoyo de la Marina de los Estados Unidos, muy interesada en servirse de la actividad biolumínica para rastrear embarcaciones desconocidas en los océanos. La luz emitida por estos seres microscópicos permite a los satélites en órbita detectar a barcos y submarinos, que al surcar las aguas dejan a su paso una estela de hasta un kilómetro de longitud, casi como si trazaran líneas de tiza detrás de ellos.

La luciferina, la proteína responsable del brillo de los dinoflagelados o de las luciérnagas, se emplea también en campos como la medicina, como marcador en el estudio de las células cancerosas, o en la agricultura, para el rastreo de bacterias que puedan dañar los cultivos, e incluso se ha utilizado para buscar vida en el espacio. Esta luminosa proteína debe su nombre a Lucifer, el demonio portador de la luz; «Lucífera» es también uno de los epítetos de Diana, la diosa romana de la luna, quien guía a los caminantes en la noche. La ciencia ha hallado el modo de producir esta proteína de manera sintética, por lo que no es necesario ya recolectar animales con bioluminiscencia para extraerla. Sin embargo, estamos aún muy lejos de comprender a fondo cómo funciona la química natural de la luz creada por las criaturas que habitan en el mundo de la

oscuridad.

DONDE EL MAR AGUARDA

En la serie Planeta Tierra II, emitida por la BBC, hay una escena muy conocida en la que los huevos de una tortuga marina eclosionan en una playa. Al fondo asoma el reflejo de la luna en las olas, y la débil franja azulada que los últimos rayos del sol trazan en el horizonte. Nada más salir de sus huevos, las pequeñas tortugas inician su andadura y se arrastran por la playa en dirección hacia el mar y la luz que aún asoma al ponerse el sol en el horizonte. Los huevos eclosionan más o menos todos al mismo tiempo, lo cual es de vital importancia para su supervivencia. Los depredadores acechan por todas partes: fragatas, gaviotas, cangrejos, mapaches… Pocas tortugas llegan al mar, y solo una de cada mil de las que lo logren sobrevivirá hasta la edad adulta. Así ha sido desde siempre.

Pero en cierto momento, la cámara de la BBC gira y enfoca una imponente ciudad, más allá de la playa. Las farolas, las vallas publicitarias, los faros de los automóviles y las luces de las viviendas y las tiendas eclipsan el débil brillo del horizonte. Las tortugas, que aparecieron en el Triásico, hace más de 200 millones de años, no tienen motivos para creer otra cosa que la luz más intensa viene del oeste, donde el mar las aguarda y, confiando en su instinto, deciden seguirla.

Algunas de las tortugas, las que se hallan más cercanas al borde del agua de la playa, eligen la dirección correcta y se alejan nadando a toda velocidad, felizmente inconscientes de lo que sucede detrás de ellas. Pero el cambio de enfoque de la cámara nos enfrenta con la evidencia de que la mayoría de las recién nacidas, atraídas por el fulgor de la ciudad, se alejan del mar que las reclama.

En esta ocasión, el equipo de filmación pudo rescatar de su extravío a un gran número de tortugas, pero en otras playas del mundo muchos de estos animales son engañados por la luz, con lo que cada vez son menos los ejemplares que llegan al agua. En una playa de Turquía, los investigadores calcularon que, por culpa del fulgor de

las industrias cercanas y los complejos turísticos, solo dos quintas partes de las tortugas encontraban su camino hacia las olas, y eso en un contexto de relativa oscuridad.

Los documentales sobre naturaleza suelen ir sazonados con ciertas dosis de dramatismo, ayudándonos a proyectar nuestros sentimientos en las conductas de los animales, como haríamos con cualquier película de Hollywood. En la escena de las tortugas, un mero movimiento de cámara basta para hacernos comprender el trágico modo en que las jóvenes tortugas se alejan inconscientemente en la dirección equivocada. De repente, el espectador es consciente de la gravedad de los efectos nocivos de la contaminación lumínica en nuestro planeta. La luz artificial no es solo uno de los inventos más sorprendentes de la humanidad: su capacidad para modificar en un instante el comportamiento que una especie ha seguido durante 200 millones de años habla bien a las claras de lo perjudicial que puede ser para la vida que nos rodea.

Cada año, llegan a las playas de Nicaragua numerosas especies de tortugas: entre ellas, la tortuga lora, la tortuga verde, la tortuga laúd o la tortuga boba. Todas ellas están incluidas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, y cada vez resulta más infrecuente divisarlas. En Nicaragua, la situación se ve agravada por la antigua tradición de recolectar y comer huevos de tortuga. En particular, las personas con menos recursos ven en los huevos de tortuga una oportunidad de obtener ingresos. Varias organizaciones sin fines de lucro han recaudado dinero para contratar a vigilantes —únicamente mujeres—, para patrullar las playas. Las vigilantes se encargan de recuperar los huevos —que compran a los recolectores —, difunden información, recogen escombros y guían a las jóvenes tortugas errantes al amanecer. Desafortunadamente, a las mujeres no se les permite trabajar en medio de la noche, justo cuando tanto las tortugas jóvenes como los cazadores están más activos. Aun así, la iniciativa ha tenido cierto éxito: nueve de cada diez huevos que antes hubieran terminado en la mesa de un restaurante hoy evitan ese destino. Pero quedan otros peligros.

Las crías de tortuga que encuentran su camino hacia el agua son nadadoras natas. Sin padres ni parientes mayores de su especie en

quienes confiar, inician su viaje al anochecer y se adentran en la oscuridad del inmenso océano. Anteriormente, se pensaba que las crías no eran lo suficientemente fuertes como para nadar hacia objetivos determinados por sí mismas, y simplemente se dejaban llevar por las corrientes, con el azar como única guía en su viaje. Como sucede con las enigmáticas migraciones de las anguilas hacia el Mar de los Sargazos, hasta hace poco las espectaculares migraciones de las tortugas constituían un misterio. Sin embargo, a diferencia de las anguilas, resulta relativamente fácil emplear equipos de GPS y rastrear a las tortugas por satélite. Hoy sabemos que las jóvenes se dirigen hacia áreas del océano ricas en nutrientes. Muchas de ellas se encaminan como las anguilas hacia el Mar de los Sargazos, donde hallan la protección de unas enormes extensiones de algas marrones del género Sargassum. Cuando alcanzan la edad adulta, las tortugas inician el viaje de regreso a sus playas nativas y, con la ayuda de un sentido magnético similar al de las aves, pueden recorrer miles de kilómetros en mar abierto con la precisión de una brújula.

ROMANCE A LA LUZ DE LA LUNA

En una escena de la película Buscando a Nemo vemos a unas tortugas marinas que recorren el océano para desovar en la misma playa donde nacieron. En su periplo se ayudan de la corriente de Australia Oriental, que les permite surfear a lo largo de la costa de Australia, pasando la Gran Barrera de Coral en dirección sur, y luego más al este, hasta Nueva Zelanda. La corriente, de una anchura de más de ciento cincuenta kilómetros, impulsa a cada segundo suficiente agua como para llenar dieciséis mil piscinas. Muchos animales siguen voluntaria o involuntariamente la corriente de Australia Oriental, uno de los cinco grandes giros oceánicos, entre los que se halla también la corriente del Golfo, en el Atlántico.

Buscando a Nemo, que trata sobre un pez payaso que busca a su hijo desaparecido, recibió un Oscar a la mejor película de animación de 2003. A pesar de las buenas críticas y del enorme éxito que cosechó en taquilla, pocas personas sospechaban que la película convertiría el comercio del pez payaso en un negocio millonario. La demanda del pequeño pez rayado se disparó en todo el mundo, y lo mismo pasó con el número de ejemplares capturados en los océanos. El mensaje de la película —que los peces pertenecen al mar—, acabó en parte por generar el efecto contrario.

Recientemente, no obstante, la preservación de los arrecifes de coral y su fantástica diversidad ha comenzado a recibir la atención que merecen. Además, la cría en cautividad de peces payaso, entre otras especies, se ha convertido en una actividad más rentable que la captura de ejemplares en estado salvaje. En 2013 se creó la fundación Saving Nemo, con el fin de proteger al pez payaso y contribuir a la supervivencia de los arrecifes de coral. La fundación, que tiene su sede en la Universidad de Flinders en Adelaida, en el sur de Australia, promueve numerosas actividades educativas y de investigación.

El pez payaso se distingue por pasar buena parte de su vida

pululando entre los tentáculos de las anémonas de mar, algo que sin duda a muchas especies no se les ocurriría. Como los corales o las medusas, la anémona es un animal urticante, y puede disparar sus células irritantes a todo aquello que se le acerque demasiado. Su veneno quema como el ácido y es capaz de paralizar a los animales más pequeños, que luego la anémona procede a devorar. Parece que este veneno posee también la cualidad de poder matar a las células cancerosas, lo que hace de las anémonas unas criaturas muy interesantes para la investigación médica. El pez payaso no tiene el menor problema con el veneno segregado por las anémonas, ya que cuenta con una capa mucosa resistente a este. La mucosa se activa cuando un alevín de pez payaso toca una anémona por primera vez; a partir de aquel momento, el pez ya puede morar de forma segura entre sus tentáculos. Ambas especies se benefician la una de la otra: la anémona brinda protección al pez payaso, mientras que este comparte las sobras de su alimento y ahuyenta a depredadores como el pez mariposa, que de lo contrario devoraría a su anfitrión.

A diferencia de sus congéneres, el pequeño Nemo, atraído por los abruptos desniveles que se deslizan hacia las profundidades del mar, se aventura más allá de su arrecife. Ello lleva a su hasta entonces cauteloso padre a adentrarse en el vasto océano para encontrar a su hijo. En la vida real, los parientes de Nemo no suelen alejarse más de unos pocos metros de la anémona de mar. A veces en una misma anémona pueden convivir hasta una docena de peces, si bien nunca coinciden más de una pareja sexualmente madura a la vez. Estas parejas están formadas por una matriarca y un macho dominante subordinado a esta. Ambos se encargan de mantener a raya a los demás peces y preservar su rol dentro del grupo. Cuando la matriarca muere, si no hay ninguna hembra disponible, su pareja cambiará de sexo y se transformará en hembra, al tiempo que un pez más joven probablemente asumirá el rol de nuevo macho dominante. Cuando la luz de la luna atraviesa las olas y encuentra su camino entre los tentáculos de las anémonas, la pareja inicia el cortejo.

En todos los arrecifes del mundo, los ciclos de apareamiento del pez payaso están controlados por la alternancia entre la luz natural y la oscuridad: bajo la luz de la luna, macho y hembra llevan a cabo su danza de cortejo. Los huevos son almacenados entre los seguros y

urticantes tentáculos de la anémona y eclosionan unas pocas horas después de la puesta del sol, nunca a la luz del día o en la débil luz del atardecer. La oscuridad, en suma, es crucial para el futuro del pez payaso.

Estudios realizados durante varios años por investigadores de la Universidad de Flinders y de la fundación Saving Nemo han demostrado que incluso una pequeña cantidad de luz no deseada puede interferir en el ciclo de apareamiento de los peces payaso. Si la luz es demasiado brillante, no nacen alevines. Ni uno solo. Pero tan pronto como oscurece, los huevos eclosionan y pequeños alevines transparentes flotan en la superficie. Allí permanecerán durante un par de semanas, creciendo hasta convertirse en jóvenes peces payaso, dispuestos a nadar hasta el arrecife y buscar sus propias anémonas de mar en las que asentarse y puede que en un futuro convertirse en miembros de una pareja dominante que dance a la luz de la luna llena.

En todas las costas del mundo, las ciudades se expanden y las playas atraen a turistas en busca de experiencias inolvidables. Sumergirse en el arrecife de coral para hacer esnórquel rodeado de peces, anémonas, algas, estrellas de mar o cangrejos es una experiencia extraordinaria que muchos no se dejan perder. Cuando uno se aleja de la vibrante y colorida belleza de los arrecifes, no obstante, las aguas transmiten una sensación de vértigo. De repente, el suelo marino se precipita hacia el abismo y el océano engulle la luz proveniente de la superficie. Como humanos, no nos resulta difícil sentirnos identificados con la cautela del pez payaso ante el azul profundo abisal, pero también podemos comprender la atracción que despierta en Nemo por saber qué se esconde ahí afuera. Como turistas, deseamos acercarnos lo más posible tanto al animado arrecife como al precipicio que se extiende hacia lo desconocido. No en vano, los hoteles se edifican junto al agua, con llamativos letreros de neón que invitan al entretenimiento y brillantes luces que iluminan los paseos y los lujosos bungalós ubicados directamente sobre los arrecifes. No es infrecuente que estas exclusivas suites cuenten con suelos de vidrio para que la experiencia resulte completa. La sensación de vivir en el arrecife, de contemplar tras la seguridad del cristal la bulliciosa vida que allí pulula y al mismo tiempo extasiarse con las profundidades azules de

la eternidad, resulta tentadora, y estamos dispuestos a pagar cuanto haga falta por experimentarla.

Pero a través del suelo de cristal se filtra la luz, por muy tenue y atmosférica que esta sea. Desde el paseo marítimo, los focos brillan sobre las aguas, y las olas reflejan las fachadas constantemente iluminadas de los hoteles. El anochecer se prolonga sin dar paso jamás a una verdadera noche. La oscuridad no existe. El pez payaso no sabe cuándo es hora de iniciar el cortejo, los huevos que pone permanecen sin eclosionar entre las anémonas y, lentamente, la antigua interacción entre estas y el pez payaso se desvanece. A medida que las poblaciones de anémonas marinas disminuyen junto con las del pez payaso, los humanos nos alejamos un paso más de encontrar la cura del cáncer.

La fundación Saving Nemo afirma que este problema no es exclusivo de los peces payaso. Otras muchas especies de peces de arrecife siguen pautas de apareamiento y puesta similares, y para ellas la oscuridad de la noche desempeña un papel igualmente crucial. La contaminación lumínica puede por tanto ayudar a explicar, junto con el actual incremento de la temperatura de los océanos, por qué tantos arrecifes de coral en el planeta se hallan en peligro de extinción y por qué, poco a poco, muchos de estos parajes animados y llenos de color de nuestro planeta se están convirtiendo en desolados montículos blanquecinos.

CORALES PÁLIDOS

Los corales son animales pertenecientes al filo de los cnidarios. Se agrupan en grandes formaciones de arrecifes, envueltos por completo de un caparazón protector en el que, además del animal, hallan refugio también algas. Las algas, que como todas las plantas realizan la fotosíntesis, son las responsables de los colores resplandecientes de los arrecifes, que atraen tanto a la vida salvaje como a seres humanos, fascinados por la posibilidad de adentrarse en sus cavidades y escondrijos secretos y observar los seres vivos que moran en ellos. Los corales y las algas han desarrollado una estrecha colaboración que los lleva a depender mutuamente. Cuando las algas mueren, los colores de los arrecifes de coral se desvanecen. Desde hace tiempo se sabe que este fenómeno se repite a intervalos de poco más de veinte años, y que se produce particularmente durante los años en los que el fenómeno de El Niño es especialmente intenso.

El Niño es un fenómeno meteorológico que tiene lugar a intervalos regulares en el Pacífico y el Índico, y que cada tres a cinco años conlleva cambios en los vientos alisios. El agua cálida de la superficie, que normalmente sigue las corrientes oceánicas rotativas hacia el oeste a lo largo del ecuador, se acumula en cambio frente a la costa de América del Sur. Las aguas generalmente frías se ven desprovistas de peces, y las tormentas se adentran en las estepas, al tiempo que las selvas tropicales se vuelven más secas.

En estas condiciones, las aguas cálidas causan la muerte de numerosas algas, lo que desvanece los colores del arrecife y conlleva la desnutrición de los corales. Anteriormente, este blanqueamiento de los corales tenía lugar cada veinte años, con lo que el arrecife contaba con margen para recuperarse. Sin embargo, los intervalos entre los blanqueamientos de coral se han reducido notablemente debido a la inestabilidad de las corrientes y al aumento de la temperatura terrestre. La decoloración de los corales

ocurre ahora cada seis años, por lo que en todo el mundo los arrecifes se están degradando lentamente. En 2017, casi dos tercios de la Gran Barrera de Coral frente a la costa de Australia se vieron afectados por aguas inusualmente cálidas.

Irónicamente, es en diciembre, justo cuando el agua es más cálida, cuando los corales se reproducen, al menos en Australia. Esto sucede una vez al año, coincidiendo con la luna llena, al igual que en el caso del pez payaso. La primera señal de que algo está sucediendo son los diminutos huevos que flotan hacia la superficie. Estos huevos son liberados desde el interior del coral, y en cuestión de minutos millones de ellos flotan en el agua. Los animales coralinos son hermafroditas, es decir, tienen órganos sexuales tanto masculinos como femeninos, y liberan sus óvulos y espermatozoides al mismo tiempo. Cuanto más densa sea la liberación de células sexuales (gametos) por parte de los corales, mayor será la posibilidad de fertilización. Aquellos individuos que se retrasan o bien comienzan a reproducirse demasiado pronto tienen menos posibilidades de propagar sus genes. La escena, en aquellas aguas tropicales a casi treinta grados de temperatura, resulta casi surrealista: millones de células sexuales reflejan la luz de la luna llena, visibles a kilómetros de distancia en la oscuridad de la noche.

Al ascender hacia la superficie, los gametos se emparejan y fertilizan los óvulos, lo que da lugar a larvas que nadan libremente y terminan convirtiéndose en pólipos sésiles. Pasará otro año antes de que los corales adultos vuelvan a liberar sus gametos en el agua iluminada por la luna. Muchos investigadores aguardan en sus botes en la superficie, participando en la experiencia a la vez que obtienen valiosa información sobre la vida de los corales.

Esta tormenta sincronizada de células sexuales está determinada, entre otros factores, por el ciclo de la luna y los últimos rayos del atardecer. El reloj interno de los corales está calibrado con este último, a fin de optimizar el apareamiento. Aunque las diferentes especies de coral cuentan con ligeras diferencias en su programación, todos los individuos de una misma especie están sincronizados. O al menos lo estaban. En todos los arrecifes del mundo, las señales para aparearse están sonando en el momento equivocado, con lo que el período de apareamiento habitual se está

prolongando durante semanas. Una posible explicación es la llegada de agua excesivamente cálida y la muerte de algas que acompaña a esta, o bien la contaminación tóxica. Otra razón podría ser que la luna no resulte tan visible como es habitual. Los corales no saben cuándo hay luna nueva o luna llena, ya que la luz de las grandes ciudades del mundo enmascara los indicios que deberían buscar en el cielo. La combinación entre calentamiento global y contaminación lumínica no solo causa el colapso de los arrecifes; a los diminutos animales también les resulta difícil reconstruir sus estructuras. Los corales necesitan la luz para que sus compañeras, las algas, puedan realizar la fotosíntesis y generar energía y nutrición, pero a su vez ellos precisan de la oscuridad para liberar sus células sexuales, asegurando así el futuro de nuevas larvas, pólipos y arrecifes.

En los arrecifes de coral convive una innumerable variedad de animales en un ecosistema comparable, por su diversidad, con una selva tropical. Uno de estos animales es el palolo, una especie de gusano marino que habita en las cavidades y grietas de las formaciones de coral. Cada año, en el paso de octubre a noviembre, justo después de la aparición de la luna llena, los gusanos liberan las partes terminales de sus cuerpos, las cuales están cargadas de células sexuales. Al igual que con los corales, este fenómeno ocurre durante la luna llena: al cabo de poco, es posible observar innumerables cabos de gusanos flotando en las aguas poco profundas. Durante siglos, los habitantes de las islas del Pacífico tenían bien anotado este evento en sus calendarios, ya que los palolos representaban para ellos una importante fuente nutricional.

Muchos otros gusanos marinos, como los gusanos de arena o los gusanos de trapo Hediste diversicolor, siguen también el ciclo lunar. Los gusanos de arena viven en zonas intermareales, y a menudo encontramos rastros de su presencia en las playas, en forma de pequeños montículos cilíndricos de arena. Por otro lado, los Hediste diversicolor se encuentran en suelos algo más sólidos o entre praderas de hierba marina. Estos coloridos gusanos, de unos cinco centímetros de longitud, construyen pequeños tubos transparentes en los que habitan. En primavera o a principios de verano, se preparan para el apareamiento. Justo a tiempo para la luna nueva, cuando el agua en la superficie es más oscura, se agrupan en gran

número para llevar a cabo una intrincada danza nupcial, repleta de giros y espirales. Esta conducta de apareamiento ha sido observada en acuarios y en laboratorios, pero su inicio exige un ciclo lunar estricto. Cuanto más observamos, más organismos marinos descubrimos que dependen de las señales del ciclo lunar, a menudo en combinación con otras señales, como los niveles de luz solar o la temperatura del agua. Plumas de mar, peces, cangrejos, moluscos: todos y cada uno de ellos dependen de los cambios recurrentes de la luna para saber cuándo iniciar la siguiente fase de sus vidas.

EN LA PENUMBRA

Estoy flotando con los brazos extendidos, mientras el sol del mediodía se fragmenta en las olas, irisando las antiguas formaciones de piedra caliza en una inimaginable variedad de colores. Debajo de mí, peces, estrellas de mar, caracoles y gusanos marinos se entremezclan; las algas se balancean suavemente de un lado a otro. Estas son algunas de las imágenes de mi estancia en Honduras, hasta donde viajé hace años para explorar una pequeña parte del segundo arrecife más grande del mundo, el Sistema Arrecifal Mesoamericano. En el área donde se hallaban los corales, el agua tenía solo unos metros de profundidad, pero si me acercaba al borde podía divisar la sobrecogedora inmensidad del océano. Dirigir la mirada más allá del arrecife era una sensación vertiginosa, como si contemplara el fin del mundo, al borde de la eternidad. Al instante, el turquesa claro del agua se transformaba en un azul profundo, y los contornos se volvían difusos a apenas unos metros de distancia. En ocasiones, distinguía unas sombras, como si bancos de peces enormes se acercaran o la oscuridad misma cobrara vida. Me recordó a las escenas de El gran azul, la película de Luc Besson sobre Jacques Mayol, el primer hombre en sumergirse hasta los cien metros de profundidad sin equipo de respiración. Podía ver claramente su linterna, más y más solitaria a medida que descendía, cómo con pausados movimientos de brazos y piernas descendía cada vez más, sin preocuparse por la inmensidad que se extendía a su alrededor. No tengo miedo a las alturas ni a la oscuridad, pero aquella visión me aturdía y casi me hacía entrar en pánico. Y sin embargo, contemplar el abismo era una experiencia fascinante.

Dos veces al día tiene lugar la migración más grande del planeta. Plancton, crustáceos, moluscos, pequeños peces y una miríada de organismos viajan entre las aguas oscuras de las profundidades del océano y las más claras de la superficie. Esto sucede no solo en los océanos, sino también en los lagos: cada noche, millones de animales emergen hacia las aguas superficiales para luego

sumergirse lentamente al amanecer. Todos estos organismos sin excepción cuentan con relojes internos en constante sincronía con la rotación de la Tierra y los cambios de luz a lo largo del día. Su reloj interno mantiene un ritmo preestablecido, que no obstante ajustan en función de la luz exterior de modo que sus desplazamientos coincidan con las horas del día.

En los polos, donde el contraste entre el verano y el invierno es mayor, el ritmo del mar se detiene mientras dura el sol de medianoche. En las interminables noches de invierno, la luna asume el papel de directora y regula el tiempo con su órbita a través del cielo. El resplandor de la luna llena cada mes también afecta a los océanos: dondequiera que aparece, la migración se detiene temporalmente. Un eclipse solar, en cambio, es capaz de poner en movimiento al mar a mitad del día.

Los cambios en la luz natural afectan por tanto a ecosistemas enteros, pues la oscuridad es sinónimo de seguridad. A medida que la luz del día penetra más y más desde la superficie, los animales se adentran en busca de refugio en las aguas protectoras y oscuras de las profundidades. La oscuridad ofrece a los organismos pequeños, a menudo microscópicos, una oportunidad para evitar ser devorados por sus depredadores. Estos organismos suelen ser más vulnerables cuando la luna hace aparición, o en las primeras horas del amanecer, y se hacen repentinamente visibles con los primeros rayos del sol de la mañana.

Más arriba en la cadena alimentaria nos encontramos con otros casos en los que las criaturas buscan refugio en la oscuridad. Las anguilas, por ejemplo, aguardan para migrar a que la luna se halle oculta en el cielo y las luces artificiales estén apagadas. Los cursos de agua iluminados impulsan a estos peces a ocultarse en el sedimento del fondo y esperar a que finalice aquel día en apariencia interminable. En un río a las afueras de Gotemburgo se realizó el mapeo de los movimientos de las anguilas, y se observó que eran muchos más los ejemplares que pasaban cuando la luna se hallaba debajo del horizonte que cuando brillaba. Durante una de las noches en las que duró el estudio, a finales de septiembre de 2012, se produjo un corte de energía en una antigua fábrica. Todo el área alrededor de los edificios de ladrillo rojo, construidos en la década

de 1830, quedó a oscuras. La noche se prolongó de pronto, la oscuridad se hizo más presente; en la orilla sur del río podía escucharse el canto de los murciélagos. Aquella noche, las anguilas se mostraron particularmente activas.

Otros peces menos adaptados a la oscuridad también reaccionan a la luz. Por ejemplo, las percas son sensibles a pequeños cambios lumínicos, y una luz de intensidad equivalente a una décima parte de la luna llena es capaz de afectar a su ritmo circadiano. Puede que debido a que la luz habitual en lagos y mares es tan tenue, los peces se muestran extremadamente sensibles a ella. Los salmones migratorios son capturados con mayor frecuencia por las focas cuando el agua se ilumina repentinamente, ya sea de forma natural o, como cada vez es más común, de forma artificial. Las focas son un ejemplo de cómo los depredadores pueden ser a veces los grandes beneficiarios de la presencia de iluminación en los estuarios y las áreas portuarias. Desde siempre, los seres humanos nos hemos servido de la luz para la pesca. Como ya mencioné, los pescadores llevan siglos utilizado linternas con las que atraer a los peces hacia sus redes. En el norte de Noruega, donde las redes de los barcos de arrastre capturan a diario toneladas de arenques, los humanos no son los únicos que se sirven de la luz para sus capturas. Las orcas, que pueden oír los sonidos de los barcos de pesca a lo lejos, aprovechan las luces que estos emiten para cazar sin usar su sonar. Además, las orcas aprovechan la luz artificial para emitir burbujas que resultan fácilmente visibles para sus familiares, quienes pueden así unirse al festín. La pérdida de la oscuridad en las aguas del norte proporciona una ventaja a estos cetáceos, alterando en su beneficio las reglas del juego entre ellos y sus presas. Y sin embargo, no hemos empezado hasta ahora a considerar las consecuencias que esto supone.

En las costas de Gales, las plataformas petroleras y los grandes barcos emiten cada vez más luz. Si bien sabemos del efecto de la luz artificial en ciertos organismos, su impacto en los animales marinos no ha sido aún estudiado. En 2013, dos universidades británicas llevaron a cabo un estudio sobre la contaminación lumínica. Colocaron paneles de plástico equipados con LED debajo de la superficie del estrecho de Menai, entre la isla de Anglesey y Gales. A continuación, procedieron a medir el crecimiento de varios

organismos a lo largo del tiempo. Hasta cuarenta y siete grupos diferentes de criaturas se establecieron en las placas, en las que formaron unos intrincados ecosistemas en miniatura. Animales inmóviles como los corales y las lombrices tubulares crearon pequeños paisajes habitados por crustáceos, larvas y alevines. Sin embargo, cuanto más iluminados estaban los paneles, menor era la diversidad. La luz únicamente benefició a unas pocas especies de animales. Los erizos de mar y los cnidarios optaron por los paneles oscuros, mientras que los colémbolos y los gusanos de cerdas prosperaron igual o incluso mejor de lo habitual en los paneles iluminados, a pesar de que los rituales de apareamiento de los gusanos de cerdas están regulados por las variaciones de la luz lunar. Utilizando una luz equivalente a la de las luces públicas normales, los investigadores pudieron controlar el diseño de estos pequeños ecosistemas.

A mayor escala, esta dinámica resulta preocupante. Unos cien mil barcos mercantes y de transporte navegan constantemente entre los cinco continentes, a los que se suman unas mil quinientas plataformas petroleras y al menos cien parques eólicos marinos más grandes. El 40 % de la población mundial vive no más allá de cien kilómetros de las zonas costeras, con lo que la presión sobre nuestros mares aumenta constantemente. Por el momento, gran parte de los vastos océanos aún disfrutan de un cielo nocturno prístino, pero cada vez debemos alejarnos más de la Tierra para apreciar el esplendor de las estrellas y permitir que las criaturas marinas vivan sin verse afectadas por la luz generada por el ser humano.

ECOSISTEMAS EN FLUJO

Son muchas las criaturas extraordinarias que habitan en Nueva Zelanda. La distancia del archipiélago respecto a las grandes masas de tierra ha permitido a la evolución seguir libremente su curso durante 125 millones de años, desde que las islas se separaron de lo que hoy son la Antártida, África y América del Sur. Las dos únicas especies nativas de mamíferos son unas especies de murciélagos que ocasionalmente dejan de volar y se desplazan por el suelo para alimentarse de polen e insectos. Debido a la falta de depredadores, varias clases de aves han perdido la capacidad de volar y se han adaptado a vivir en nichos terrestres. Además, varios insectos han desarrollado comportamientos únicos que no se observan en especies similares en otras partes del mundo. Uno de los más sorprendentes es el weta, que engloba varias especies y géneros de insectos. Los wetas son similares a los saltamontes, con patas ligeramente espinosas, pero están desprovistos de alas y rara vez saltan. En su lugar, se desplazan arrastrándose por el suelo, sobre todo durante la noche. Pueden llegar a alcanzar dimensiones espectaculares: son comunes los ejemplares de 10 centímetros de longitud, y algunos especímenes llegan a pesar 70 gramos. Si bien cabe reseñar que este peso corresponde a una hembra con huevos, no deja de ser una cifra igualmente impresionante.

Los hábitos nocturnos de los wetas reflejan una época en la que existían grandes aves que se alimentaban de insectos de su tamaño. Con pocas excepciones, aquellas aves eran diurnas, lo que llevó a estos insectos a preferir la oscuridad de la noche, donde aún cuentan con enemigos como el tuátara, un reptil nocturno exclusivo de Nueva Zelanda cuyos ancestros se separaron en su momento de los de los lagartos o los cocodrilos y que ha ocupado su propio lugar en el árbol genealógico durante al menos 225 millones de años. Sin embargo, durante la noche el suelo seguía siendo un lugar considerablemente seguro para los wetas, o así ha sido al menos hasta hoy.

Cuando en el siglo XIX los europeos comenzaron a llegar en masa a Nueva Zelanda junto con sus mascotas, la presencia de depredadores, en especial gatos, aumentó considerablemente, con el consiguiente impacto negativo en la fauna de las islas. Muchas especies nativas, incluyendo los grandes wetas, carecían de las defensas necesarias contra estos nuevos enemigos. Las ratas, traídas involuntariamente por los marineros en el siglo XVIII, se han convertido en un enemigo más. Al igual que muchos otros mamíferos, las ratas prefieren salir al anochecer, lo que ha llevado a algunos a sugerir que la vida silvestre nativa tal vez se hallaría más protegida si se recurría a luz artificial. ¿Tal vez tanto las ratas como los gatos matarían menos animales en Nueva Zelanda si hubiera más iluminación? Esta idea podría tener sentido si no fuera porque la iluminación artificial afecta también a sus presas. En el hemisferio sur, la sucesión del día y la noche ha seguido exactamente el mismo patrón que en el norte durante miles de millones de años, y todos los ritmos de los animales se han ajustado a ella. Los wetas también reaccionan intensamente a la luz, y no abandonan sus madrigueras hasta que el sol se pone. Incluso en las noches de luna llena prefieren quedarse en casa. Un experimento demostró que la mayoría de ellos, casi un 90 %, evitaban buscar alimento en ambientes iluminados artificialmente. Por lo tanto, usar la luz para disuadir a las ratas no parece una solución muy acertada.

En las islas donde aparecen nuevos depredadores, sea de forma natural o bien introducidos por los humanos, sus presas suelen encontrarse rápidamente en desventaja. Estas carecen de las defensas necesarias, ya que ni ellas ni sus antepasados han necesitado jamás desarrollarlas. El equilibrio entre depredadores y presas precisa de un largo proceso de selección natural de rasgos y comportamientos, que la presencia de los humanos y sus mascotas puede alterar rápidamente.

Los ecosistemas y el equilibrio entre depredador y presa también se ven alterados cuando el medio ambiente se modifica. Al iluminar nuestras tardes y noches, no solo perturbamos los ritmos circadianos de los animales, que pierden el sentido de cuándo deben esconderse o salir a cazar: también eliminamos la posibilidad de camuflaje y ayudamos a revelar la posición tanto de presas como de

depredadores. Por ejemplo, un tigre depende de sus rayas para mezclarse con la hierba al anochecer y volverse invisible en las sombras, pero los cielos iluminados cerca de las grandes ciudades de Asia hacen que cada vez resulte más fácil detectarlo.

Estas alteraciones rara vez afectan a ambos bandos por igual. Algunas especies resultan beneficiadas, como las ratas, mientras que a otras el exceso de luz les dificulta encontrar alimento. En el caso de la proliferación de farolas, que permiten a los murciélagos oportunistas atrapar polillas, hay dos perdedores. Por un lado, por supuesto, las polillas, que en la oscuridad se muestran muy hábiles para eludir a los murciélagos que las persiguen, pero que bajo la luz se ven totalmente expuestas. Por otro, también algunas especies de murciélagos, como el murciélago de bosque o el orejudo marrón, también sufren las consecuencias de estos cambios. Estas especies se cuentan entre las que mayor aversión sienten hacia la luz, por lo que no acceden al abundante festín que se agolpa bajo las luces, con lo que se hallan en desventaja frente a otros depredadores.

SERVICIOS NOCTURNOS

En su momento se apuntó a los murciélagos como responsables del brote de COVID-19, lo que sirvió a algunos para ahondar en su retrato del murciélago como una terrible criatura. Sin embargo, a pesar de las similitudes del virus SARS-CoV-2 con un virus presente en los murciélagos de herradura, el origen exacto de la pandemia no está claro todavía. Si bien es cierto que, en muy raras ocasiones, los murciélagos pueden transmitir virus a los humanos, sería más beneficioso para nosotros aprender del sistema inmunológico único con el que cuentan estos mamíferos, y que ha demostrado ser capaz de mantener numerosas enfermedades a raya durante millones de años.

Cualquiera que haya maldecido a los mosquitos en la oscuridad del verano debería celebrar la existencia de los murciélagos. En una noche, un solo murciélago es capaz de consumir hasta tres mil insectos, por lo que una colonia de estos animales puede marcar una enorme diferencia en el confort o incomodidad que se pueda experimentar en una terraza en una tarde de verano. Aunque en el fondo no están sino sirviendo a sus propios intereses, lo cierto es que recibimos la labor de los murciélagos con gratitud.

En Asia, los cultivos de un alimento básico en la dieta de miles de millones de personas, como el arroz, se ven constantemente amenazados por multitud de insectos y enfermedades. Cada año, se destruyen más de cien millones de toneladas de arroz que por diversas razones no son aptas para el consumo. Los murciélagos contribuyen en la medida de sus posibilidades a reducir esas pérdidas, pues se alimentan de toneladas de insectos que de otro modo dañarían los cultivos. Su papel en el control de las plagas es tan orgánico como efectivo: solo en Tailandia, se estima que evitan pérdidas por un valor de cien millones de dólares cada año. En América del Norte, el escenario es similar: cada noche, más de cien millones de murciélagos emergen de cuevas y puentes en el sur de

los Estados Unidos. Cada uno de estos animales puede consumir más de la mitad de su peso corporal en insectos en una sola jornada de caza, lo que equivale a quinientas toneladas de insectos en una noche. Entre sus presas se encuentran las polillas mochuelo, cuyas larvas causan grandes daños a los cultivos de maíz y algodón. El voraz apetito de los murciélagos ahorra cada año a los productores estadounidenses aproximadamente tres mil millones de dólares en pesticidas.

Al igual que los colibríes, los abejorros, las abejas o las polillas, los murciélagos desempeñan un papel crucial como polinizadores. Más de quinientas especies de plantas en todo el mundo dependen de estos mamíferos para su polinización, y muchas de ellas, como el agave, la madera de balsa, el mango, la guayaba y los dátiles, revisten una gran importancia económica. Además, algunas plantas dependen de los murciélagos para dispersar sus semillas mediante sus excrementos. Se estima que en Tailandia y Malasia la labor de polinización llevada a cabo por los murciélagos en la producción de frutas como el durián alcanza los cien millones de dólares anuales. El durián, una fruta que puede alcanzar un peso de hasta tres kilos, es un auténtico manjar al que se conoce como el «rey de las frutas», si bien su peculiar olor a humedad a menudo lleva a que se prohíba su presencia en hoteles o en el transporte público. Sin embargo, su olor no ha evolucionado para nuestra sensibilidad, sino para atraer a animales, como los propios murciélagos o los orangutanes, que ayudan a dispersar sus semillas.

De las más de mil trescientas especies de murciélagos que existen en el mundo, aproximadamente el 70 % son insectívoras. Desde principios del siglo XX, se ha reconocido el importante papel que desempeñan los murciélagos en el control de las poblaciones de insectos, incluyendo aquellos que transmiten enfermedades, como es el caso de los mosquitos y la malaria. En la actualidad, la malaria es una de las peores enfermedades que sufre la humanidad, con más de mil quinientas muertes diarias, lo que ha llevado a iniciativas ocasionales para atraer a murciélagos hambrientos hacia las áreas afectadas. Esta idea es especialmente relevante en un momento en que la malaria resistente está extendiéndose en todo el mundo. Aún no se han realizado cálculos exhaustivos sobre el valor de mantener las poblaciones de murciélagos, ni sobre las consecuencias de la

completa desaparición de estos animales de cuevas turísticas, torres de iglesias y áreas urbanas iluminadas artificialmente. Sin embargo, diversos actores del sector comercial han mostrado interés en los últimos años en el papel de los murciélagos en la cadena alimentaria y en la importancia de sus excrementos.

El guano, el sustrato compuesto de excrementos de murciélago y otros animales, siempre ha sido reconocido como un fertilizante eficaz. En muchos lugares se extrae comercialmente, y es posible encontrar latas de guano en tiendas de jardinería bien surtidas, si bien en nuestra era, dominada por la química, a menudo tendemos a olvidar a esta fuente orgánica de nutrientes como el fósforo. Sin embargo, cuando en 2014 se hicieron cargo de un viñedo ancestral en Alemania, Melanie Drese y Michael Völker decidieron cultivar de la manera más natural posible. Para lograrlo, implantaron diversas medidas para atraer a los murciélagos, como crear condiciones de oscuridad, proporcionarles agua suficiente y mantener hábitats ricos en insectos. Gracias a sus esfuerzos, una colonia de murciélagos orejudos grises ha encontrado su hogar en el viñedo, generando a cambio una gran cantidad de guano gratuita. El Fledermaus —«murciélago» en alemán—, uno de los vinos más populares producidos en la finca, muestra en su etiqueta la imagen de un murciélago orejudo gris. El Fledermaus tinto del año 2017, descrito como un vino ácido y mineral con notas de fresa, lima y grosellas negras, se elaboró con uvas que crecieron gracias a los nutrientes provenientes de los excrementos de murciélago.

Los viticultores franceses también han advertido los beneficios de tener murciélagos en sus viñedos. La asociación de viticultores de Burdeos encargó un estudio que contó con la colaboración de una veintena de viñedos de la región. Durante tres años, los investigadores establecieron varias colonias de murciélagos que sometieron a estudio con el objeto de analizar su dieta y determinar sus hábitos de caza. Los resultados revelaron que casi todas las colonias se alimentaban de insectos que capturaban en los viñedos, entre ellos una especie de polilla, la palomilla de la vid, cuyas larvas causan daños significativos a las parras. La esperanza es que estos hallazgos conduzcan a una reducción considerable en el uso de pesticidas tanto en Francia como en toda Europa.

Iniciativas como esta permiten calcular el valor que animales y plantas tienen no solo para los ecosistemas, sino también en términos económicos. Numerosos organismos llevan a cabo beneficiosas actividades las veinticuatro horas del día, pero muy especialmente durante la noche: polinizan, participan en la descomposición orgánica o el control de plagas, permiten el almacenamiento de dióxido de carbono, reducen los niveles de ruido, permiten la investigación de medicamentos… la lista es larga. Por otro lado, puede que sus beneficios en términos estéticos —el placer de sentir los aromas de las flores al anochecer, de oír el canto de los pájaros— resulte más difícil de traducir en términos económicos, si bien son muchos los estudios que han demostrado los beneficios que para nuestro bienestar supone conectarnos con la naturaleza.

PARTE III

LA HUMANIDAD

Y LA LUZ DEL COSMOS

LOS TRES CREPÚSCULOS

La luz no se propaga de forma instantánea, vacila. Así lo afirmó en 1675 el astrónomo danés Ole Rømer (1644-1710) tras su pormenorizado estudio de Ío, una de las lunas de Júpiter. Mediante sus experimentos, Rømer demostró que la luz tiene una velocidad finita, lo que supuso una contribución fundamental a nuestra comprensión de su naturaleza. Las conclusiones de Rømer contaron con el apoyo de su colega Christiaan Huygens (1629-1695), quien propuso que la luz es una onda; otro de sus ilustres contemporáneos, Isaac Newton (1643-1727), afirmaría en cambio que la luz estaba compuesta por partículas. Con el tiempo se descubrió que, en diferentes contextos, ambas teorías eran correctas.

Suele atribuirse a Albert Einstein (1879-1955) el mérito de haber unificado los modelos de Huygens y Newton. Si bien siempre albergó dudas sobre su propia teoría, Einstein postuló que la luz está formada por partículas —llamadas fotones—, pero a la vez posee las propiedades de una onda. En otras palabras, la luz tiene una naturaleza dual: se comporta como una partícula física, con masa y energía, y también como una onda en movimiento. Cuando interactúa con un objeto, la luz puede ser absorbida o reflejada por este; si tras este último caso llega hasta nuestros ojos, entonces percibimos el objeto que la refleja.

No fue hasta 2015 cuando se logró obtener una imagen que mostraba esta naturaleza dual de la luz, confirmando así los postulados de Einstein. Lo que en el lenguaje cotidiano llamamos luz es en realidad una pequeña parte de algo mucho más amplio: la radiación electromagnética. En un extremo del espectro electromagnético se encuentran las ondas de radio largas y las microondas, y en el extremo opuesto, las ondas cortas, como los rayos X o la radiación gamma. La luz visible, con todos sus colores, se sitúa en el rango medio de ese espectro. No obstante, existen

muchas más longitudes de onda de las que podemos percibir: nuestra capacidad para ver la radiación electromagnética está determinada por el tamaño de las ondas, es decir, su longitud. Nuestros ojos son sensibles a la luz en longitudes de onda situadas entre los 380 y 800 nanómetros: aquellas que se sitúan en la parte alta de ese rango las percibimos como luz roja, las de la parte baja como violeta, y las que se sitúan en el medio como el espectro completo de colores que conforma el arco iris.

Muchos animales son capaces de percibir longitudes de onda más allá de nuestras capacidades sensoriales, lo que les permite experimentar en su entorno matices completamente distintos a los nuestros. A la luz cuyas longitudes de onda son demasiado largas para hallarse dentro de nuestra percepción visual la conocemos como luz infrarroja, y la percibimos como calor. Las serpientes, por ejemplo, se cuentan entre los animales capaces de combinar la visión infrarroja con otros sentidos, lo que les permite formarse una imagen de su entorno y localizar presas de sangre caliente con mayor facilidad. Por su parte, la luz con longitudes de onda más cortas que las que podemos percibir se denomina ultravioleta; esta es utilizada por insectos y aves, quienes tienen acceso a un mundo de colores que a nosotros los humanos nos está vedado.

Los colores cambian a lo largo del día. Cuando el sol está bajo en el horizonte, sus rayos de onda corta son más fácilmente absorbidos por la atmósfera que los de onda larga: eso explica que el paisaje a nuestro alrededor tenga un color azul, mientras que el sol y el cielo en el horizonte adquieren un color rojizo. No solo los colores varían a lo largo de la jornada, también lo hace la intensidad de la luz. En su cenit, el sol emite una luz intensa, significativamente más brillante, por ejemplo, que la que podamos experimentar en una noche nublada con luna nueva. De hecho, cuando el sol se halla en lo más alto, su luz puede ser hasta mil millones de veces más intensa que la de una noche oscura. A medida que avanza el día y disminuye la luz solar, las sombras se alargan y los colores se vuelven más tenues. La oscuridad se va aposentando sobre el paisaje como una densa manta. Según establecen las regulaciones de la Administración Sueca de Aviación Civil, «la oscuridad se corresponde con el período comprendido entre la puesta y la salida del sol, cuando la disminución de la luz diurna dificulta la

distinción clara de objetos prominentes no iluminados a distancias superiores a los 8 kilómetros».

La oscuridad de la noche está determinada por la posición del sol en relación con el horizonte. Sin embargo, antes de que la noche caiga por completo, el atardecer se transforma en crepúsculo, el cual se compone de tres fases: el crepúsculo civil, el crepúsculo náutico y el crepúsculo astronómico. Cada una de esas fases coincide con un descenso de seis grados respecto a la línea del horizonte. En el crepúsculo civil, la luz presente en el cielo es suficiente aún para leer un libro si el cielo está despejado. En esta fase empiezan a asomar, como motas de luz en el cielo, las estrellas más brillantes: Vega, Capella y Arturo. No así la estrella polar, que a pesar de su importancia simbólica y como punto de referencia, no entraría dentro de la categoría de los astros más relucientes del firmamento.

La duración del crepúsculo varía según la ubicación geográfica. En general, cuanto más al norte, más se prolonga, debido a la inclinación del sol respecto al horizonte. En el sur de Suecia, coincidiendo con los equinoccios de primavera y otoño, el crepúsculo civil dura alrededor de tres cuartos de hora, mientras que en verano alcanza aproximadamente la hora de duración. Al norte del río Dalälven, en la región central de Suecia, en verano el crepúsculo civil se prolonga hasta la medianoche para dar paso al amanecer, lo que significa que nunca oscurece por completo. Como dijo el célebre escritor sueco Harry Martinson: «En realidad no hay noches de junio». En las noches de invierno polares, en cambio, el sol nunca alcanza altura suficiente para dar inicio al día, lo que hace que las noches parezcan interminables. En el ecuador, por el contrario, el anochecer cae rápidamente, con independencia de la estación, y cada fase del crepúsculo dura únicamente unos quince minutos.

Cuando el punto central del sol se halla a seis grados por debajo del horizonte, el crepúsculo civil da paso al crepúsculo náutico. Durante esta fase, si las estrellas más brillantes y el horizonte están despejados, es posible navegar sirviéndose de un sextante, instrumento que debe su nombre a que permite calcular la posición del sol en el horizonte en un ángulo de sesenta grados, o lo que es lo mismo, la sexta parte de una circunferencia. Desde su invención

en 1757, de la mano del oficial naval británico John Campbell (1720-1790), el sextante ha tenido un gran impacto en la navegación. El concepto es simple: calculando en momentos concretos del día el ángulo que forman ciertas estrellas respecto al horizonte, es posible determinar la posición geográfica en la que uno se halla. Aun hoy, que contamos con avanzados sistemas de posicionamiento por GPS, el sextante sigue siendo una importante herramienta para orientarse por los océanos de todo el mundo.

A medida que la oscuridad astronómica avanza y el punto central del sol alcanza los quince grados por debajo del horizonte, nos hallamos en la fase a la que a veces se llama informalmente crepúsculo astronómico amateur. Este nombre se debe a que en ese momento resulta posible observar la mayoría de las estrellas y fenómenos celestiales sin necesidad de emplear equipos sofisticados. Ese fue sin duda el caso del científico Tycho Brahe (1546-1601), en su día astrónomo de la corte en Praga, de quien se decía que poseía una extraordinaria capacidad para observar el cielo a simple vista. Las jornadas laborales de Brahe comenzaban durante el crepúsculo náutico y se prolongaban hasta lo que se conoce como la hora del lobo, en plena noche.

No hace mucho se inauguró el Museo Tycho Brahe en la Iglesia de Todos los Santos de Ven, isla situada frente a la costa sur de Suecia en la que Brahe pasó gran parte de su vida dedicado a la astronomía. Quienes visitan el museo tienen la oportunidad de descubrir de qué modo este astrónomo renacentista logró cuestionar las leyes que durante siglos se había afirmado que gobernaban el universo, o conocer su extraordinaria proeza de nombrar 777 estrellas en el firmamento, basándose únicamente en sus observaciones a simple vista. Partes del observatorio de Brahe han sido restauradas, pero lo cierto es que el cielo nocturno de hoy no es el mismo que el de finales del siglo XVI. El resplandor emitido por las luces de las ciudades de la región enturbia la visión de cuantos desean observar las estrellas solo con sus ojos. La contaminación lumínica en el cielo se convierte en un velo que cubre las galaxias y los sistemas solares distantes, como si alguien hubiera pasado un trapo sucio por la ventana que nos brinda acceso al universo.

MATERIA OSCURA

Las galaxias rotan a velocidades sorprendentemente altas. Desde que se constató, a principios de la década de 1980, esta anomalía no ha dejado de desconcertar a los astrónomos. Todo parece indicar que existe algo que las hace rotar a esa velocidad, si bien desconocemos hasta el momento de qué se trata.

James Peebles llegó a la Universidad de Princeton en 1958, apenas unos años después de la muerte de Einstein, y desde entonces se ha dedicado a desentrañar algunos de los mayores enigmas del universo. A lo largo de sus seis décadas trabajando en la universidad, y siguiendo los pasos de su célebre predecesor, Peebles ha investigado la estructura y la historia del universo, desde las inimaginablemente densas y calientes etapas inmediatas al Big Bang hasta el presente. Con su trabajo, Peebles ha dejado una importante huella en nuestra concepción del universo y nos ha permitido ampliar nuestra comprensión de cuanto nos rodea.

Según él, la imagen del universo puede compararse con un escenario a oscuras en el que toca una orquesta. Solo podemos ver a unos pocos músicos, que representan la materia visible. Y sin embargo, nuestros oídos nos indican que debe haber más músicos ocultos detrás del escenario. Hoy cada vez es mayor la certeza de que son muchos los músicos que allí se agolpan, e incluso podemos llegar a tener un modelo teórico de qué instrumentos están tocando. De hecho, para crear la música que oímos, es preciso un número veinte veces mayor de músicos que los que podemos ver: es decir, el universo está compuesto en una proporción de veinte a una por algo desconocido y que no nos es posible percibir con los métodos de medición actuales. A algunas de estas entidades desconocidas las denominamos materia oscura: partículas completamente invisibles, que no emiten ni reflejan la radiación electromagnética necesaria para activar nuestra visión. No obstante, nuestras mediciones constatan el efecto que la fuerza gravitacional de esta materia

oscura ejerce sobre otras partículas o, siguiendo con la analogía de la orquesta, en la armonía que crea la interacción entre los músicos que podemos ver y los que no.

El punto de partida de James Peebles fue la radiación cósmica de fondo, fenómeno que ha estado presente desde los primeros instantes del universo. Su estudio le permitió confirmar parcialmente la teoría del Big Bang y también concluir cuán abundante es la materia oscura en el universo. Mientras que únicamente el 5 % del universo está compuesto por materia visible, la enigmática materia oscura supondría algo más del 20 %. El resto, según los modelos actuales, correspondería a la energía oscura, un componente más misterioso aún y que desempeña un papel fundamental en la comprensión del origen y la evolución del universo. Sin embargo, debo reconocer que la naturaleza de la energía oscura y su implicación en el funcionamiento del universo superan los límites de mi conocimiento y de los parámetros establecidos en este libro.

Hoy en día, los telescopios espaciales nos permiten trazar una imagen de la radiación de fondo que James Peebles estudió, la cual sigue una estructura y un patrón determinados. Siguiendo este patrón podemos ver cómo se conformó nuestro universo y cómo, gracias a la influencia de la materia oscura, las primeras partículas se agruparon para formar las galaxias que hoy contemplamos. Por su innovador trabajo, Peebles recibió el premio Nobel en 2019.

Experimentamos la luz como algo instantáneo, como si lo que vemos estuviera sucediendo en el presente. En nuestro mundo perceptual, las distancias son relativamente pequeñas y cercanas. Sin embargo, incluso la luz debe viajar, y precisa de cierto tiempo hasta llegar hasta nuestros ojos. Vemos el sol tal como era hace ocho minutos, y la estrella polar como lucía en el siglo XVII. Cuanto más lejos dirigimos nuestra mirada, más atrás en el tiempo nos transporta, y por ello no podemos estar completamente seguros de que algo que observamos en el firmamento exista aún.

Si siguiéramos el rastro de las microondas —la radiación de fondo del universo—, más y más lejos en el espacio, y por tanto más y más atrás en el tiempo, como si persiguiéramos una luz que se desvanece en las profundidades del océano, terminaríamos por

encontrarnos con una barrera infranqueable: un momento que se sitúa aproximadamente cien mil años después del Big Bang. Hemos llegado tan cerca como es posible al origen del universo, hasta una pared de plasma caliente compuesto por partículas sueltas que forman una neblina brillante. Más allá, las microondas no pueden ya guiarnos en nuestro viaje.

Pero para Peebles el universo se remonta más atrás todavía, más allá de la sopa de plasma, e incluso del Big Bang. El científico especula sobre una creación que se extiende hacia lo desconocido, antes incluso de que se formaran los átomos y los fotones. Ya sea un momento fugaz o una eternidad en la oscuridad anterior al inicio del tiempo, antes de que cualquier intervención divina diera comienzo a la creación. Puede que los mitos que describen nuestros orígenes como oscuros y caóticos contengan una pizca de verdad astronómica: es posible que la era en la que vivimos suponga apenas un paréntesis en la eterna existencia del universo. Esta era de luz y materia podría ser simplemente una fluctuación o un efecto temporal del espacio-tiempo en expansión. Nacemos en la oscuridad y morimos en la oscuridad. La luz es solo una visita momentánea, pero toda la vida depende de ella.

MIDIENDO EL CIELO NOCTURNO

En 1744, la noche de Año Nuevo fue iluminada por uno de los cometas más brillantes jamás registrados: el C/1743 X1, también conocido como el cometa Klinkenberg-Chéseaux. Este fenómeno astronómico pudo observarse en el cielo durante varios meses entre finales de 1743 y principios de 1744, coincidiendo con un intento por parte de Francia de invadir Inglaterra que finalmente se desestimó. El por aquel entonces joven Charles Messier (1730-1817), quien con el tiempo se convertiría en un destacado astrónomo, se sintió fascinado por aquel cometa. La incansable actividad de Messier como buscador de estos cuerpos celestes le hizo merecedor del apodo «cazador de cometas» por parte del rey Luis XV. Sin embargo, en su labor fue mucho más allá de la simple búsqueda de cometas en el cielo. Convencido de que resultaría más sencillo identificar los cometas si primero clasificaba y catalogaba todo cuanto los rodeaba, se dedicó de lleno a esta tarea, un poco como quien se dedica a organizar todas las piezas verdes de un conjunto de LEGO para luego, con calma y tranquilidad, poder encontrar las piezas azules.

El primer objeto que Charles Messier catalogó como no cometa fue la Nebulosa del Cangrejo, hoy conocida como objeto Messier 1 o M1. Se trata del remanente de una supernova, una estrella que explotó, y que fue observada por primera vez en 1054. Hoy en día, esta nebulosa se ha convertido en una extensa nube de gas, cuyo diámetro alcanza los seis años luz. Antes de su muerte, a los ochenta y seis años, Charles Messier había compilado una lista de 103 objetos que no eran cometas, si bien podrían confundirse con ellos. Con el tiempo, la lista de objetos Messier se ampliaría ligeramente hasta los 110 objetos, que aún hoy sirven como referencia para los astrónomos.

Los objetos Messier resultan especialmente útiles para determinar la calidad del cielo nocturno, es decir, el nivel de oscuridad en una

ubicación específica de la Tierra. A principios de la década del 2000, el astrónomo aficionado estadounidense John E. Bortle se basó en ellos para establecer una escala de oscuridad nocturna hoy conocida como escala de Bortle. Esta escala, que permite evaluar en qué medida el cielo nocturno se ve afectado por la contaminación lumínica, consta de nueve niveles: el nivel 1 corresponde a un cielo natural completamente límpido, mientras que el nivel 9 se aplica al cielo gris anaranjado y sin estrellas que vemos en los centros de las ciudades. La escala de Bortle se basa en la visibilidad de diversos objetos y fenómenos en el cielo, incluyendo tanto los objetos Messier como la débil luminiscencia de la luz zodiacal y la Vía Láctea.

En el mejor cielo nocturno imaginable, que se situaría en los niveles 1 o 2 de la escala de Bortle, es posible observar hasta seis mil estrellas y otros objetos a simple vista, incluyendo la Galaxia del Triángulo, también conocida como objeto Messier 33 (M33). La Galaxia del Triángulo es el objeto más lejano que podemos ver sin binoculares, y en un cielo particularmente oscuro es posible identificarla como parte de la constelación del mismo nombre. Aunque se la puede considerar una de las galaxias más cercanas, se halla a unos 3 millones de años luz de nosotros. Esto significa que cuando la luz que percibimos actualmente procedente de la Galaxia del Triángulo inició su viaje hasta la Tierra cuando nuestra especie, Homo sapiens, apenas había nacido.

En un cielo estrellado clasificado como un nivel 4 en la escala de Bortle, aún es posible distinguir el Messier 33 (M33) con un ojo entrenado, junto con otros dos mil objetos. Sin embargo, cuando se alcanza el nivel 6, esta tarea se vuelve imposible: en ese punto, el número de estrellas visibles en el cielo se reduce a quinientas, o incluso menos. En el rango comprendido entre los niveles 4 y 6 de la escala de Bortle, la presencia de la luz artificial en nuestros entornos urbanizados, tanto en cielos suburbanos como en áreas rurales, comienza a tener un impacto cada vez mayor. En ese punto, los cuerpos celestes de nuestra propia galaxia se vuelven cada vez más tenues, hasta finalmente desaparecer por completo cuando se llega al nivel 7 de la escala. En los niveles más elevados, en los que la luz artificial es mil veces más intensa que en el nivel 1, apenas es posible identificar entre cinco y diez de los objetos más brillantes

del cielo.

En febrero de 1701, con motivo de la celebración de la victoria en la batalla de Narva un año antes, los suecos no escatimaron en gastos. Ciento treinta cañones, estratégicamente ubicados alrededor de Estocolmo, dispararon al unísono mientras un Te Deum resonaba en la catedral de San Nicolás. Al caer la noche, se encendieron instalaciones de luces para rendir homenaje al rey y a sus huestes. Entre esas estructuras, destacaba una pirámide de madera erigida en la plaza Brunkeberg, de unos veinticinco metros de altura y cubierta de lino, diseñada por el arquitecto de la corte, Nicodemus Tessin el Joven, en persona. Letras de un metro de altura componían un elogio al rey Carlos XII, iluminadas por más de dos mil lámparas de aceite de ballena. En un mundo sin cine, televisión o letreros de neón, tales exhibiciones constituían un espectáculo extraordinario. Más pantallas de luces se colocaron en distintos puntos de Estocolmo, con textos e imágenes en honor al rey. En el islote de Riddarholmen se erigió un anfiteatro iluminado por mil faroles. Aquellas instalaciones de luces eran una demostración de poder por parte del rey, de modo similar a como se utiliza la iluminación hoy en día en instalaciones como el Luxor Sky Beam de Las Vegas.

La ciudad de las luces de neón es precisamente el punto de partida de Paul Bogard en su libro El fin de la oscuridad, en el que el autor emprende un fascinante viaje guiándose por la escala de Bortle en busca de la oscuridad en la naturaleza. En Las Vegas, explica Bogard, las Pléyades son el único objeto Messier que es posible distinguir: la luz artificial eclipsa a la mayoría de los objetos celestes, con la excepción de la luna y Venus y Marte, los dos planetas más cercanos. Con el diálogo con astrónomos, científicos y otros amantes de la oscuridad como compañía, Paul Bogard nos va llevando en su recorrido cada vez más lejos de Las Vegas y de la abrumadora luminosidad de las ciudades, permitiéndonos descubrir las asombrosas experiencias astronómicas que los cielos nocturnos albergan.

Su periplo termina en el Valle de Eureka, que forma parte del Parque Nacional del Valle de la Muerte, uno de los sitios más oscuros de todo el continente americano. El Valle de la Muerte no

solo es la región más caliente y seca de los Estados Unidos, lo que explica la escasa población que alberga, sino que es también la más baja, con valles que se sitúan por debajo del nivel del mar y a los que rodean montañas que alcanzan los casi tres mil metros, lo que bloquea el paso de la luz artificial procedente de Las Vegas o las ciudades de California e impide que la oscuridad del desierto nocturno se vea perturbada. Allí, escribe Bogard, la luz de la Vía Láctea es tan intensa que proyecta sombras en el suelo, y la lejana luz de Júpiter es más que suficiente para perturbar la visión nocturna. Los conceptos de luz y oscuridad adquieren una nueva definición cuando el cielo más oscuro, alejado de la civilización, nos deslumbra con su propia luz y las estrellas semejan a fuegos artificiales, convirtiendo los cielos brillantes de la ciudad en indeseables y oscuros callejones en comparación. Nuestra percepción de lo que es claro y oscuro no siempre se corresponde de manera adecuada con la realidad.

LAS LÁGRIMAS DE SAN LORENZO

Cada año, coincidiendo con el momento en el que en el norte la luz cede su lugar a noches cada vez más oscuras, la Tierra se cruza en la órbita del cometa Swift-Tuttle. El cometa en realidad solo nos visita cada 133 años, pero cuando lo hace la proximidad al sol le arranca una estela de polvo y partículas a su paso. Estas partículas varían en tamaño, desde diminutos granos de arena hasta enormes rocas, y cuando la atmósfera de la Tierra se topa con ellas aparecen como enjambres de meteoritos o estrellas fugaces en el cielo. Las partículas colisionan con la atmósfera a unos 200.000 kilómetros por hora: al calentarse por la fricción aparecen como delgadas y brillantes estelas blancas en el cielo nocturno. En una noche oscura y sin nubes de mediados de agosto, durante el pico de la lluvia de meteoros, es posible ver en el firmamento miles de estas líneas fugaces, que brillan un instante para luego desvanecerse para siempre.

Hace unos veranos, mi familia y yo decidimos buscar un lugar tranquilo para disfrutar de la lluvia de estrellas fugaces. Limpiamos nuestro pequeño bote de remos a fondo, lo llenamos de mantas, edredones y almohadas y nos adentramos a medianoche en el lago Tolken, en el suroeste de Suecia. A orillas del lago tenemos nuestra cabaña de verano, una herencia de mi abuelo paterno, quien la hizo construir en la década de 1950. Siguiendo los ideales de salud y bienestar de la época, mi abuelo sostenía que una cabaña de pesca modestamente decorada resultaba beneficiosa tanto para la mente como para el cuerpo, y probablemente tuviera razón. La vista del lago, las noches oscuras y el sonido del agua contribuyen a relajarse. Su sillón aún sigue allí, al igual que sus tazas de café, una pintura que hizo mi padre de un viejo barco o unos cuadernos en los que se detallan los bajíos, las profundidades y los mejores lugares para pescar. Junto al sofá hay un gramófono con manivela, y sobre la estufa de leña aún colgamos panecillos horneados por mi abuela.

Al poco de habernos adentrado en el lago, detuvimos los remos y nos deslizamos entre las mantas, mientras dejábamos que el bote hallara lentamente su camino en las calmadas aguas. Con la mirada dirigida hacia el cielo, aguardamos a que el firmamento se llenara de estrellas y estrellas fugaces, mientras dábamos tiempo a nuestros ojos para acostumbrarse a la oscuridad. Aquella noche de agosto era fría, pero el agua desprendía cierto calor que creaba una niebla en la que el bote parecía deslizarse: era como si flotáramos en una nube en el mismo cielo que contemplábamos. Pronto, el primer meteoro apareció, rápidamente seguido por otros más, hasta que se hizo difícil contarlos a todos. En su mayoría, podíamos rastrear el origen de todas esas líneas blancas hasta una zona en particular: la constelación de Perseo, que da a esta lluvia de meteoros su nombre de las perseidas. A veces también se le conoce como Lágrimas de san Lorenzo, en honor al mártir que murió en una parrilla al rojo vivo por defender a los pobres y los enfermos ante el gobernador de Roma.

El cometa Swift-Tuttle fue descubierto en 1862 a la vez y de manera independiente por Lewis Swift (1820-1913) y Horace Parnell Tuttle (1837-1923). Es probable que aquel año se desprendiera un fragmento más grande del cometa, lo que resultó en una cantidad de escombros mayor de lo habitual. Cabe reseñar que el cometa se encuentra en la lista de posibles objetos que podrían colisionar con la Tierra en un futuro cercano, aunque el riesgo de que lo haga es bastante bajo. Tuttle fue un célebre cazador de cometas, en la estela de Charles Messier, y ha dado nombre a muchos objetos celestes. Entre ellos, destaca el cometa Tempel-Tuttle, que podemos observar a mediados de noviembre de cada año y que es el responsable de la lluvia de meteoros conocida como las leónidas. Cada treinta y tres años, esta lluvia resulta especialmente espectacular, como sucedió a fines de 1999, justo antes del cambio de milenio.

A pocos metros de la playa, cerca de la cabaña, solía haber un ahumador, que mi abuelo construyó para ahumar anguilas. Hoy el ahumador ya no está. Según él mismo contaba, en otros tiempos el lago estaba lleno de anguilas, que eran también comunes en arroyos, zanjas, pozos, ríos y lagos. Yo solo vi una anguila en una ocasión, que se asustó al verme cuando se encontraba nadando en el fondo arcilloso. Según la asociación de pesca local, el lago Tolken

todavía alberga algunas anguilas, si bien su presencia es cada vez más escasa en aquellas aguas.

El viaje de las anguilas desde el interior y las costas hacia el mar de los Sargazos comienza en otoño. Empiezan a moverse bajo la protección de la noche, cuando la luna está baja en el cielo, y con la ayuda de las corrientes, se dirigen hacia aquel mítico paraíso para las anguilas en el que nacen, lejos de las aguas europeas. Las anguilas nunca emergen a la luz, por lo que forman parte del conjunto de criaturas misteriosas de la oscuridad. Cuando salía a pescar en las tardes de verano, mi abuelo se lo tomaba con calma, casi como una ceremonia: capturar anguilas no era realmente lo que importaba. Sucede igual con las estrellas fugaces, no son los meteoritos en sí los que persisten en nuestra memoria, sino la certeza de que hay algo que descubrir en la oscuridad, algo de lo que aprender o ante lo que simplemente maravillarse. Me pregunto si mis hijos podrán llevar a sus propios hijos al lago en el futuro.

¿UNA SOLA LUNA?

La noche comienza aproximadamente seis grados después del inicio de la oscuridad astronómica, pero no siempre es completamente oscura. Durante las horas más tardías de la noche, aún podemos percibir la presencia del sol, especialmente a través del reflejo de su luz en la luna. Aunque la luz de la luna llena sea considerablemente más débil que la del sol al mediodía, resulta suficiente para iluminar nuestras noches y tener un impacto en todo, desde insectos hasta personas. A lo largo de la historia, la luna ha tenido un enorme significado, tanto cultural como físico o ecológico.

Bajo una luna brillante, los sapos y las ranas aminoran su canto, y las salamandras, los escarabajos y las polillas disminuyen su actividad nocturna. Son muchos los animales que organizan su vida en función de los ciclos lunares. Algunas especies de murciélagos, en especial aquellos que cazan cerca de árboles y arbustos en áreas abiertas o cerca del agua, parecen evitarla, posiblemente debido a su miedo ancestral a las aves rapaces y a los depredadores que acechan bajo la superficie de los lagos o en los arbustos. Otros murciélagos, en cambio, siguen volando como de costumbre: en la montaña Taberg, al sur de Suecia, por ejemplo, estos animales se congregan en las tardes de verano o durante el otoño para realizar su ritual de apareamiento y buscar refugio para el invierno, sin prestar atención a las fases de la luna.

Muchas personas afirman que la luna les afecta. Es muy común tener la sensación de que cuesta más dormir, que la menstruación se altera, o que uno se siente más ansioso y preocupado. Hay instructores de yoga que desaconsejan practicar o incluso cancelan sus sesiones cuando hay luna llena, ya que creen que esta afecta demasiado tanto a ellos como a sus clientes. En la sala de maternidad del Hospital Central de Karlstad, Suecia, hay un tablón de anuncios que registra las horas de parto. El tablero cuenta con un marcador para indicar cuándo ocurre la luna llena, debido al

mito extendido de que nacen más niños durante las noches de luna llena que durante las de luna nueva. Sin embargo, el tablero ofrece un mensaje claro: esa creencia no es cierta. Los niños nacen en cualquier momento.

Es común creer que la gente tiene un comportamiento extraño durante la luna llena, y suele decirse que en noches de plenilunio la policía recibe más llamadas que de costumbre. La idea de que algunas personas son «lunáticas» está muy arraigada, y nuestro satélite está asociado con muchos mitos modernos. Sin embargo, no hay ninguna estadística que confirme estas creencias. No existen evidencias que respalden la idea de que la luna llena cause accidentes o conductas fuera de lo normal, o que el número de delitos se incremente: se trata de una percepción subjetiva. En cuanto a las alteraciones en el sueño, estas no se deben necesariamente a la luna, sino a la luz. Por lo que si conocemos a alguien a quien le cuesta dormir durante la luna llena, la mejor idea es recomendarle que haga cambios en el dormitorio, como por ejemplo añadiendo unas cortinas que bloqueen la luz procedente del exterior.

Los mitos que rodean a la luna no son exclusivos de la era moderna, llevan mucho tiempo ocupando un lugar central en nuestra cultura. En 2008, se reveló el misterio detrás del mecanismo de Anticitera, un peculiar objeto que fue hallado hace más de un siglo en las aguas de Grecia. Resultó ser un calendario astronómico de dos mil años de antigüedad, que contaba con un sistema mecánico capaz de mostrar la órbita del sol, los amaneceres y atardeceres de las estrellas más brillantes, todas las fases de la luna e incluso los eclipses solares y lunares. En un mundo sin luces artificiales, conocer cuándo se acercaba la luna llena era fundamental, ya que de su luz dependían el transporte o las maniobras del ejército durante la noche.

Aunque no dejamos de descubrir nuevos secretos del universo y aunque han pasado ya más de cincuenta años desde que la humanidad dio sus primeros pasos en la superficie lunar, cada vez son más las experiencias y los fenómenos astronómicos inaccesibles para la gente común. En las grandes ciudades, con sus cielos iluminados en los que apenas se ven estrellas, la luna sigue siendo

no obstante visible y continúa con su curso al mismo ritmo que lo ha hecho durante generaciones. Aún nos oculta su lado oscuro, mostrándonos únicamente su cara iluminada, con esas marcas que durante siglos han dado lugar a fantasías sobre niños raptados y castigos de las divinidades.

En su trilogía 1Q84 el autor japonés Haruki Murakami aborda la existencia de un mundo alternativo con una luna adicional en el cielo. Si bien no puede afirmarse que esta novela pudiera servir de inspiración para uno de los actuales proyectos del gobierno chino, el caso es que la idea de contar con una luna extra en el cielo podría hacerse realidad. En Chengdu, en el suroeste de China, se están llevando a cabo estudios con el fin de eliminar de una vez por todas la engorrosa y costosa iluminación pública. En su lugar, un instituto privado de investigación espacial propone enviar una luna artificial al espacio. Esta segunda luna estaría programada para orbitar de manera constante sobre Chengdu, una ciudad de 16 millones de habitantes, proporcionando iluminación en las calles y plazas mediante la reflexión de la luz solar durante la noche. Si bien tan extravagante proyecto ha sido recibido con escepticismo, en 2018 el diario China Daily informaba de otros tres proyectos de lunas artificiales, cuya existencia permitiría ahorrar cada año unos mil millones de dólares en costos de energía. Cada una de esas lunas emite una luz aproximadamente ocho veces más intensa que la de la luna natural, semejante a la luz presente en el crepúsculo. Al igual que en la serie de novelas de Murakami, esto cambiaría la experiencia de la noche, y también la existencia de millones de seres humanos, animales y plantas.

Ni siquiera en una noche sin luna el cielo está por completo desprovisto del impacto indirecto del sol. A medida que la Tierra orbita a su alrededor, los rayos de luz de la eclíptica se reflejan en el polvo espacial, creando un resplandor tenue y fantasmal conocido como luz zodiacal. Este resplandor triangular generado por partículas del tamaño de un micrómetro provenientes de meteoritos y cometas, se superpone al cielo estrellado y constituye aproximadamente el 60 % de la luz del cielo nocturno en una noche clara de luna nueva. En el arte, se lo ha representado a menudo como un cono de luz, similar al que emite un foco en el escenario de un teatro a oscuras. Muchas personas se han visto engañadas al

caminar de noche por este resplandor, confundiéndolo con el amanecer, razón por la cual también se le llama falso amanecer. En el siglo XVII, el astrónomo Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) describió científicamente este fenómeno, conocido no obstante desde los albores de la humanidad. En los primeros textos musulmanes se advertía a los musulmanes devotos sobre el «falso amanecer», también conocido como «la cola del lobo», que aparece como una luz vertical en el cielo nocturno. Distinguirlo resulta de especial importancia durante el Ramadán, cuando solo está permitido consumir alimentos en las horas que van entre el anochecer y la salida del sol. El verdadero amanecer, a diferencia de la luz zodiacal, se manifiesta en forma de luz horizontal y en nada se asemeja a la cola de un lobo celeste.

Pero en nuestro mundo moderno, donde las brillantes luces de la ciudad devoran la oscuridad de la noche, no es la cola del lobo lo que debemos temer, sino el falso amanecer de la humanidad.

EL INSTANTE AZUL

Estoy sentado en el autobús, mientras salimos de la ciudad. Nuestro vehículo se suma a una enorme hilera de automóviles y camiones que serpentea por la carretera: miles de luces rojas brillando contra el cielo azul oscuro. En la dirección opuesta, varios faros blancos, algo más escasos, pero en un flujo igualmente constante. Cuanto más nuevos son los coches, más blanca y brillante es la luz que emiten. A medida que nos alejamos de la ciudad, la hilera de luces se adelgaza lentamente hasta que pronto solo quedan fragmentos dispersos. Al cabo de poco, el autobús se detiene unos instantes: tras el cristal se ve el valle; nos estamos acercando a las colinas donde se encuentra el pueblo donde vivo. Como en un cuadro puntillista, cientos de puntos amarillos se acumulan en formaciones algo más densas, si bien aún es posible distinguir muchos de esos puntos de forma individual. En la oscuridad aparentemente impenetrable del exterior, se hace difícil imaginar que esas diminutas motas de luz puedan contribuir a la contaminación lumínica. Pero su número se incrementa poco a poco, y pronto varios de ellos forman masas compactas. Al mirar hacia arriba, puedo ver un ligero brillo en el cielo. Son las nubes, que reflejan la luz emitida por las casas del centro de la ciudad. Me apeo en la parada frente a la escuela. Hoy es la noche de Santa Lucía: las Gemínidas, una de las lluvias de meteoros más intensas que pueda divisarse en nuestros cielos, están pasando justo encima de mí. Pero no puedo verlas, las luces del estacionamiento iluminan la neblina del cielo, y solo me permiten distinguir las gotas de lluvia que caen. Entre las nubes y las luces, la fascinante exhibición nocturna queda oculta. Sin embargo, aprovechando que cada año van a ser más intensas, espero tener la oportunidad de hallarme en un lugar más oscuro y con un cielo despejado para poder ver las Gemínidas la próxima vez.

En 2016, justo antes de la noche de Santa Lucía, me invitaron a visitar un pequeño pueblo en el norte. En el camino, el sol de diciembre hizo un breve intento de iluminar el hielo sobre el golfo

de Botnia, pero se rindió rápidamente. El viaje hasta allí duró dos horas. Como alguien proveniente del sur del país, el área me pareció increíblemente exótica, con nombres de lugares escritos en meänkieli —un dialecto del finés—, el paisaje cubierto de hielo crujiente y el cielo azabache. Casi podía sentir la cercanía del círculo polar ártico cuando comenzó a nevar copiosamente.

Viajé hasta allí invitado a una charla sobre la vida nocturna de los murciélagos que iba a celebrarse en el centro comunitario durante el Festival Nocturno, evento anual que se prolonga durante dos semanas de diciembre. En el transcurso del festival, los poco más de quinientos habitantes del pueblo salen a las calles sin temor a la oscuridad, y se reúnen bajo el negro cielo en compañía de familiares, residentes que vuelven por unos días y amigos. También había curiosos llegados del sur de Suecia como yo. En esas fechas, los restaurantes locales cobran vida y se llenan de música y velas, y el cielo se siente más despejado que nunca. Las pistas de trineo entre las tiendas, la iglesia, las casas y los parques apenas tienen tiempo de volver a cubrirse de nieve debido al constante trasiego de personas. Poetas y oradores se mezclan con músicos, artistas y artesanos, todos con objeto de celebrar el espíritu de la oscuridad y la noche. En el norte de Suecia la gente no se lamenta por el verano ausente: puede que el invierno sea duro, pero es parte del alma de la gente.

El fenómeno en el que el sol jamás asoma durante el día se conoce comúnmente como noche polar. En finlandés se llama kaamos, término que viene a significar oscuridad constante, o noche ininterrumpida. Puede que suene sombrío y melancólico, pero es también un período de calma. Históricamente, no había mucho que hacer durante esta época, por lo que uno podía permitirse simplemente dormir, filosofar y conversar.

El kaamos es para los humanos como la hibernación de las plantas antes de que vuelvan a florecer hacia la luz en primavera. Sin embargo, la larga noche polar no es completamente oscura. Las estrellas iluminan el cielo como un manto navideño, y las auroras boreales, con sus vibrantes haces de luces verdes y moradas, nos visitan también de vez en cuando. He tenido la suerte de presenciar una aurora boreal: aunque relativamente tenue, pude verla con

claridad y lo cierto es que resultó una experiencia fascinante. Me hallaba de guardia en la noche, muy cerca de la costa, en uno de los muchos ejercicios de campo durante mi servicio militar en la región más septentrional de Suecia, mirando hacia la oscuridad. De repente, en los primeros momentos de la mañana, un lento pulso de luz se alzó en el horizonte.

Con una intensidad que iba creciendo y disminuyendo alternativamente, las luces se alzaban sobre mí como cortinas de gasa ondeantes que parpadeaban con suavidad, como a cámara lenta. Tal vez no hubiera podido disfrutar de este espectáculo si no me hubiera pasado la hora anterior contemplando la oscuridad total. Mi visión nocturna había tenido tiempo de sobra para adaptarse, las moléculas de rodopsina se habían activado y mis retinas se habían abierto para captar hasta la luz más tenue. Me llevó un momento comprender que me encontraba debajo de la aurora boreal. Aunque solo era un atisbo de lo que pueden llegar a ser las auroras boreales más impresionantes, lo recuerdo claramente como algo extraordinario.

Las auroras, tanto las boreales en el hemisferio norte como las australes en el hemisferio sur, se producen cuando los vientos solares alcanzan la atmósfera terrestre a una altitud de decenas de kilómetros. Los electrones arrastrados por el viento solar descienden hacia nuestro planeta atraídos por el campo magnético terrestre, formando un óvalo en los polos. Cuanto mayor es la actividad solar y más intensas las corrientes de electrones en los vientos solares, más lejos de los polos pueden observarse los efectos de la aurora. Normalmente, es posible disfrutar de este fenómeno en las regiones más septentrionales de Escandinavia, el norte de Canadá y Siberia, durante las noches oscuras de invierno. En la mitología vikinga, las auroras boreales son los destellos de las armaduras de las valquirias, cuando llevan a presencia de Odín a los guerreros muertos en combate.

En casos excepcionales, es posible observar las auroras boreales en el sur de Suecia, lejos de las áreas urbanas. Sin embargo, para ello es preciso que el cielo esté muy oscuro, solo así los vientos de electrones danzantes pueden brindarnos este espectáculo. Bajo el cielo gris amarillento de la ciudad debemos conformarnos con saber

que existe, pero que jamás la apreciaremos con nuestros propios ojos.

La oscuridad polar también presenta otros matices. Un tono azul se difunde como un suave filtro en la vastedad, especialmente al atardecer. Al mirar hacia el sur, puede percibirse un ligero enrojecimiento del sol al ocultarse, mientras hacia el norte el paisaje en vez de negro se tiñe de un profundo color azul. Durante el día, esa luz azul se adueña del entorno, y hasta la nieve parece haber salido de un cuadro de Edvard Munch. Kaamos se ha convertido en sinónimo de las horas azules en pleno día, que culminan en el «momento azul», cuando uno siente como si todo el paisaje hubiera sido sumergido en una piscina y de repente emergiera de nuevo. Este breve instante azul es el crepúsculo del invierno y solo puede ser experimentado en los límites del círculo polar ártico, especialmente antes del solsticio invernal. Como he aprendido, uno debe adentrar su mirada en la oscuridad de la noche para poder contemplar la misteriosa y hermosa luz que encierra.

UN CIELO GRIS AMARILLENTO

Después del terremoto de 1994, la ciudad de Los Ángeles se vio sumida en un gran apagón. A medida que los barrios quedaban inmersos en la oscuridad, las estrellas comenzaron a aparecer en cantidades cada vez mayores sobre los techos. Se cuenta que el centro local de servicios de emergencia recibió llamadas de personas ansiosas preguntando sobre el extraño fenómeno lumínico que aparecía en el cielo: era la Vía Láctea, que no se había visto en Los Ángeles en décadas. Si bien puede que estas historias se hayan exagerado un poco, ilustran lo inusual y extraño que, para nosotros los habitantes de las ciudades, resulta la posibilidad de contemplar las estrellas. Los astrónomos se mostraron agradecidos de poder contar esta historia. No está claro cuántas personas llamaron a los servicios de emergencia aquella noche, pero el director del observatorio Griffith recuerda que tuvo que contestar el teléfono en varias ocasiones.

El observatorio Griffith se ubica en Griffith Park, el equivalente algo asilvestrado del Central Park que existe en la ciudad de Los Ángeles. En él, tienen lugar exhibiciones sobre distintos aspectos de la astronomía que cuentan con una gran asistencia de público. No menos de siete millones de personas han tenido ocasión de mirar a través del ocular del telescopio Zeiss del observatorio desde que este abrió sus puertas en 1935. Si bien la contaminación lumínica de la ciudad impide desde hace mucho observar las estrellas en Los Ángeles, todavía es posible ver la superficie de la luna, nuestros planetas vecinos y algunos de los objetos más brillantes del cielo.

El observatorio Slottsskogen, en Gotemburgo, lleva prestando sus servicios desde 1929, sin muchas variaciones aparte de su ampliación a mediados de la década de 1980, cuando la breve fiebre por el espacio desatada por el paso del cometa Halley decidió a los responsables a ampliar las instalaciones hasta su tamaño actual. Hoy, el observatorio sirve como sede del Club Astronómico

de Gotemburgo, que se reúne allí de vez en cuando para disfrutar de un refrigerio, y alberga una oscura sala de exposiciones en la que brilla una antigua maqueta del cielo estrellado. El observatorio, no obstante, sigue cobrando vida cada vez que el techo se abre y deja asomar su telescopio. Aunque el cielo de la ciudad no sea tan oscuro como antaño, ver cómo se abre el techo y la lente dirige su mirada hacia lo desconocido aún resulta emocionante. Lentamente, la oscuridad del exterior desciende hasta envolver el lugar en el que el telescopio se aloja. En unos instantes, el observatorio se funde con el universo.

El cometa Halley aparece más o menos cada setenta y seis años, lo que significa que su próximo regreso se espera para 2061. La pregunta es si para entonces quedará algún observatorio en Gotemburgo capaz de satisfacer un renovado interés de los gotemburgueses por el espacio. La galaxia de Andrómeda y la mayoría de las estrellas desaparecieron hace mucho, engullidas por la neblina amarilla sobre la ciudad. Casi el 99 % de los habitantes de América del Norte y Europa vive bajo un cielo afectado por la contaminación lumínica. Son pocas las personas que conocen la verdadera oscuridad o lo que es un cielo estrellado. Se hace difícil imaginar que hace apenas unas generaciones la noche fuera algo común para la humanidad.

El célebre cuadro Noche estrellada, de Vincent van Gogh (1853-1890) es una de las representaciones más conocidas del cielo nocturno. Esta vibrante pintura se remonta justo al momento anterior a la conquista del paisaje urbano por parte de la luz eléctrica, una época en la que contemplar la noche, con sus estrellas brillando como fuegos de artificio, era algo común. Es fácil interpretar las enérgicas manchas en azul y amarillo con las que Van Gogh representa a las estrellas como símbolos de la locura, sobre todo teniendo en cuenta que en aquellos momentos el pintor neerlandés había sido ingresado ya en el sanatorio de Saint Rémy-de-Provence. Como muchos artistas, Van Gogh sufría lo que se solía denominar «bilis negra», una forma de depresión y melancolía creativas que Aristóteles atribuía a artistas, filósofos y poetas, prueba de que el mito de la oscuridad inherente a los artistas tiene una larga historia tras de sí. Por su propia salud, Van Gogh decidió internarse durante un año en el sanatorio, donde creó muchas de

sus pinturas más famosas. Puede que su Noche estrellada fuera en efecto una forma de combatir la oscuridad que el artista sentía en su interior, o tal vez intentara simplemente representar cómo el cielo nocturno, antes de la llegada de la luz eléctrica, podía ser vivido como una experiencia vibrante y caótica.

Eugène Jansson (1862-1915) probablemente sea el artista nocturno más famoso que ha dado Suecia. Sus pinturas de Estocolmo de noche capturan el momento justo antes de la victoria de la electricidad, cuando apenas unas pocas calles estaban iluminadas. En este breve momento de la historia, lo antiguo y lo nuevo se encontraron. Las obras de Jansson suelen estar dominadas por tonos azules oscuros, en los que es posible apreciar unos débiles reflejos en el agua, provenientes de las lámparas de gas, lámparas que hace ya mucho que desaparecieron de las calles de Estocolmo.

En Londres existen todavía mil quinientas lámparas de gas, un recuerdo de la época en la que, desde el Día de Todos los Santos hasta la Candelaria, era obligatorio encender faroles en la ciudad. Todas las noches, desde el Palacio de Buckingham y a lo largo del Mall hasta Covent Garden, se encienden estas antiguas luces, con las que se pretende dar un toque estético y nostálgico a esta zona de la ciudad. Algunas de estas lámparas tienen más de dos siglos de antigüedad. Hasta 1976 se prendían manualmente, utilizando una llama situada en el extremo de una varilla de latón de dos metros y medio de largo, pero ahora se encienden de forma automática. Se requiere un gran esfuerzo para mantener las luces en funcionamiento, ya que deben ser inspeccionadas y ajustadas cada dos semanas a fin de conservar el suave y acogedor brillo con el que doman el crepúsculo. Aunque las lámparas de gas pertenecen principalmente a la era victoriana y fueron hace ya mucho reemplazadas por la luz eléctrica, su legado se mantiene vivo en Londres. En especial, la familia real muestra un particular interés por preservar este patrimonio, razón por la cual durante las últimas décadas las lámparas de gas han sustituido a las eléctricas alrededor del Palacio de Buckingham.

La electricidad es uno de los descubrimientos más revolucionarios de todos los tiempos, y ha transformado de forma radical nuestra forma de vida. De hecho, podríamos decir que cuando Thomas Alva

Edison (1847-1931) obtuvo en 1880 la patente para una bombilla comercial, dio comienzo una nueva era en la historia de la humanidad. «Que haya luz», o como a finales del siglo XIX rezaba un cartel del Blanch's Café de Estocolmo, «Iluminación eléctrica por la noche».

LUCES INDUSTRIALES

El padre de mi abuelo y tocayo mío, Johan Eklöf, creció en una época marcada por el uso de lámparas de gas y la industrialización de Suecia. Nació en el sur del país, en Tidaholm, cerca del río Tidan, cuyas caudalosas aguas hacían del municipio un lugar ideal para la industria. Sus antepasados habían trabajado en las canteras de esquisto del Cámbrico negro, donde yo mismo habría de buscar fósiles mucho más tarde. En el siglo XVIII había ya un molino de harina en esa área; más tarde, se establecieron un aserradero y una fábrica de tintes y lanas. Johan Eklöf comenzó a trabajar en una hilandería de lana a la edad de doce años, en 1878. Su jornada laboral comenzaba a las seis de la mañana y terminaba a las ocho de la tarde, aunque en los meses de otoño la jornada se extendía hasta las diez de la noche. En invierno, tenía además que llegar algo más temprano, probablemente hacia las cinco de la mañana, para comenzar a calentar el lugar. La fábrica no tenía en cuenta la luz y la oscuridad, las estaciones o los ciclos de sueño. Dentro de la hilandería la oscuridad reinaba siempre. Johan anhelaba la luz y el ritmo natural del sol, por lo que los domingos solía acompañar a su padre a Tidaholm y otros pueblos cercanos, donde podían socializar y disfrutar de la música del acordeón.

Dos décadas más tarde, Johan había logrado abrirse camino y había sido honrado con el título de maestro hilandero en la nueva fábrica de tejidos y corte de la región. Sin embargo, esto no le otorgaba mayores privilegios. Si bien su salario de cien coronas al mes era bastante bueno, cuando pidió un día libre para casarse con la que sería la madre de mi abuelo, Jenny, su empleador se negó. La fecha de la boda propuesta coincidía con el día de pago de salarios, una tarea que solo Johan podía manejar, por lo que el maestro hilandero tuvo que aplazar la ceremonia una semana.

Durante sus primeros días como maestro hilandero, Johan tuvo la oportunidad de familiarizarse con la iluminación eléctrica. En 1895,

se instalaron los primeros cables eléctricos en la fábrica, una fecha relativamente temprana en comparación con otros muchos lugares del país. Antes de aquello, tanto las oficinas como los pisos de la fábrica se iluminaban con lámparas de queroseno, cuya tenue luz se veía aún más atenuada por el polvo que flotaba en el aire.

La nueva iluminación eléctrica era costosa, por lo que su brillo se limitaba para no sobrepasar en intensidad al equivalente a dieciséis velas de cera. Este estándar no cumple con las recomendaciones actuales de la Autoridad Sueca de Medio Ambiente Laboral: lo que en aquel entonces se consideraba un espacio industrial iluminado hoy nos parecería un espacio bastante oscuro. A fines de la década de 1940, mi bisabuelo fue entrevistado para un artículo periodístico sobre cómo era trabajar en la industria textil a principios de siglo. Entre otras cosas, dijo: «Me pregunto qué diría el representante de seguridad, o como se llame, si las fábricas de hoy tuvieran ese tipo de iluminación».

El cambio apenas había dado inicio. La humanidad había empezado lentamente a crear un mundo en el que día y noche se volvían indistinguibles. Con el tiempo, a medida que las condiciones laborales mejoraban, otros tipos de negocios seguirían su ejemplo. Las tiendas ampliaron sus horarios de apertura, la oferta de entretenimiento creció, las luces de los escaparates y, más adelante, de los televisores se extendieron por las crecientes ciudades, hacia las que la gente acudía, atraída como polillas por la luz. El futuro parecía brillante, o al menos, la brillantez representaba el futuro. El sueño de la humanidad de vencer a la oscuridad estaba a punto de hacerse realidad, y poca gente consideraba que eso pudiera ser dañino; al contrario, teníamos mucho que ganar al encender la lámpara del trabajo en cada hogar.

En la sociedad preindustrial, la noche era considerada el reino del mal, y se creía que la oscuridad albergaba todo tipo de horrores. Sin embargo, siempre ha habido defensores de la oscuridad. Algunos de los eruditos religiosos de Europa creían por ejemplo que la noche era tan sagrada como el día, ya que así lo había dispuesto Dios. Por ello, proponían que en las horas nocturnas era preciso quedarse en casa, rezar y cumplir con las propias obligaciones, en vez de aventurarse en las sombras. En 1662, un sacerdote residente en

Londres afirmaba: «No confundiremos el día con la noche, ni la noche con el día».

Durante la Ilustración, Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) afirmó que Dios no habría dado su aprobación al alumbrado público. Rousseau, siempre crítico con algunos ideales ilustrados, sostuvo que la humanidad corría el riesgo de perder su esencia en un mundo excesivamente artificial. Por su parte, a finales del siglo XIX los astrónomos de París y Londres abogaron por preservar la oscuridad natural, alarmados al comprobar que el esmog de la ciudad y el resplandor de las lámparas de gas ocultaban la luz zodiacal y de las estrellas menos brillantes. Recibieron apoyo del obstinado y obsesivo August Strindberg (1849-1912), quien no se mostraba muy optimista ante la introducción de la luz eléctrica. Durante su estancia en Suiza en 1884, Strindberg escribió la obra «Sobre el descontento general, sus causas y remedios». En ella, criticaba a aquellos que creen que los inventos y mejoras de la era moderna benefician a alguien aparte de los miembros de las élites. Según él, la luz eléctrica no era sino otro modo de obligar a los trabajadores a trabajar aún más; además, resultaba perjudicial para la vista:

Hablan de teléfonos, asociaciones de consumidores, salarios más altos, pinturas al óleo y comunicación más fácil; señalan a los bancos (que no quebraron), a las obras de caridad (con pietismo y humillación), a la luz eléctrica (que daña los ojos y prolonga la jornada laboral del trabajador), como si todo esto no fueran sino expresiones de una búsqueda febril de progreso.

Strindberg tenía parte de razón al afirmar que la iluminación tenía una dimensión política. Era una forma de aumentar la eficiencia, pero también una manifestación de poder, como lo habían sido las ostentosas instalaciones iluminadas con velas en el siglo XVIII. La luz permitía proyectar una imagen de riqueza y autoridad. La luz podía disipar la oscuridad, transformando de ese modo la vida cotidiana de la gente. La industria se expandía y surgían nuevas oportunidades de empleo, lo que llevaba al crecimiento de las

ciudades alrededor de los molinos. Y en la ciudad, la actividad nunca cesaba, la vida continuaba sin pausa alguna.

CUANDO LOS RELOJES SE DESAJUSTAN

Si uno contempla una metrópolis tropical actual desde la distancia, alrededor de las seis de la tarde parece como si de pronto la ciudad absorbiera la luz del día y comenzara a emitirla ella misma. A la vez que la oscuridad cae a plomo sobre el paisaje circundante, la ciudad comienza a irradiar su luz en todas direcciones, dando la sensación de que el sol, en vez de ponerse detrás del horizonte, se hubiera instalado en su interior. Las innumerables luces de la ciudad parecen formar una sola, un brillante haz de luz que la defiende contra la oscuridad circundante.

En las regiones septentrionales, los contrastes no suelen ser tan acusados. Durante el verano, el anochecer parece prolongarse hasta el amanecer, y en la penumbra general la luz de la ciudad se dispersa de manera menos llamativa. Sin embargo, a medida que se acerca el invierno, también en estas regiones puede apreciarse un fenómeno similar al de las ciudades tropicales. En el norte, la nieve siempre ha reflejado la aurora boreal, la luz de las estrellas y de la luna, aliviando así los cortos días del invierno. En la actualidad, no obstante, la nieve refleja también la luz procedente de muchas otras fuentes, como farolas y faros. Un estudio alemán que comparaba diferentes lugares del mundo —los suburbios de Berlín, una playa en el mar Báltico en Letonia o las regiones al norte del círculo polar ártico en Finlandia— reveló que las calles de las ciudades cubiertas de nieve iluminaban el cielo un 33 % más que las áreas sin nieve ni iluminación artificial. Cuando está nublado, la luz artificial es rebotada de nuevo hacia el suelo, lo que en la ciudad se experimenta como si hubiera una luna llena doble. De hecho, cuando el suelo está nevado, las luces orientadas hacia abajo, que se emplean para minimizar la dispersión de la luz, acaban incluso acentuando aún más esta sensación.

Más al sur, en Gotemburgo, se podría decir que medimos la nieve en longitud y no en profundidad. En invierno, nos desplazamos por

calles de un tono sepia, como si fueran una fotografía coloreada y borrosa. Las farolas amarillas se reflejan hasta en la más mínima gota de agua, creando una niebla gris anaranjada que coincide con la época del año en la que el parque de atracciones de Liseberg se adorna con calabazas. Muchos habitantes de la brumosa costa oeste de Suecia afirman sentirse deprimidos en invierno debido a la constante oscuridad, mientras que a otros les gusta aprovechar la oportunidad que ofrece la estación para relajarse cubiertos bajo una manta sin sentirse culpables. No puedo evitar preguntarme cómo habríamos reaccionado quienes vivimos en Gotemburgo si el ayuntamiento hubiera propuesto reemplazar estos tonos de amarillo grisáceo por la oscuridad total. ¿Nos habríamos sentido mejor o peor?

En el momento álgido de la primavera, en Gotemburgo y tal vez en toda Suecia, ocurre un fenómeno que llama la atención de los visitantes extranjeros. En las paradas de autobús, a lo largo de las paredes orientadas al sur, en las calles y plazas, la gente se detiene, alza la cabeza hacia el cielo y permanece en silencio por un momento. Parece una experiencia casi religiosa, si bien los ojos de los transeúntes no buscan a Dios, sino al más antiguo de los dioses: el sol. Cuando los rayos del sol inciden en nuestra piel, nuestro cuerpo produce vitamina D, que entre otras cosas nos ayuda a absorber el calcio y fortalecer así nuestro esqueleto. Las personas que pasan largos períodos en la oscuridad corren el riesgo de no obtener suficiente vitamina D de manera natural, y tal vez eso nos impulse instintivamente a buscar el astro rey. Simplemente, nuestros cuerpos requieren la intensa luz del sol a nivel químico.

Los brillantes rayos azules y violetas del sol no solo ayudan al cuerpo a producir vitamina D. Tan pronto como el sol de la mañana golpea nuestras retinas, los fotones envían señales a los nervios hasta el núcleo supraquiasmático, el centro del cerebro responsable del ritmo circadiano. Desde aquí, entre otras funciones, se controla la glándula pineal, que regula la melatonina, la hormona del sueño. La melatonina se transporta a través de la sangre y el líquido cefalorraquídeo hacia las células. La luz diurna mantiene la melatonina en niveles bajos, lo que nos hace sentir activos y alerta. A medida que la luz natural disminuye y cambia de color, la cantidad de melatonina aumenta. Los seres humanos, al igual que

otros animales y plantas, reaccionan de manera distinta a los diferentes tipos de luz. La luz azul indica que es de día, mientras que la luz roja indica que es de noche. Aunque es más complejo que eso, podríamos decir que la luz azulada del día reinicia nuestro reloj interno a través de los criptocromos, proteínas sensibles a la luz, y nos señala que la jornada puede comenzar de nuevo.

Nuestros relojes internos de alimentación y sueño también siguen un ciclo diario de aproximadamente veinticuatro horas. Sin embargo, la mayoría de nosotros tenemos un ciclo ligeramente más largo, de unos quince minutos más. Si permitiéramos funcionar con libertad a nuestro reloj interno, cambiaríamos gradualmente nuestro día; esto le sucede a personas que han estado expuestas a la oscuridad durante mucho tiempo, así como a las personas ciegas. La ceguera, de hecho, puede ir acompañada de dificultades para dormir o simplemente para adaptarse al ritmo de vida de la sociedad, ya que de forma natural el cuerpo tiende a descansar hasta un poco más tarde cada día. Y antes de que nos demos cuenta, nos encontramos despiertos en medio de la noche. Algunas personas, por su parte, tienen un ritmo ligeramente más corto y suelen ser madrugadores.

Para muchos animales, junto a la adaptación a la hora del día, resulta también crucial prepararse para la hibernación o para la llegada de la primavera. En este proceso, la melatonina desempeña un papel igualmente importante. Los períodos con altos niveles de melatonina prolongados indican que es invierno, mientras que los períodos de esta hormona del sueño más cortos señalan que los días se han vuelto más largos y luminosos, anunciando la llegada de la primavera, y sus condiciones completamente diferentes.

Entre la puesta del sol y la medianoche, los niveles de la hormona del sueño aumentan de forma constante, lo que desencadena toda una variedad de reacciones en el organismo. Nos sentimos cansados, ya que el cuerpo se prepara para el ciclo de sueño nocturno, que permitirá al cerebro recuperarse y procesar las experiencias del día. La temperatura corporal disminuye, nuestro metabolismo se ralentiza y experimentamos menos apetito. Esto último se debe a que la melatonina también influye en otra hormona llamada leptina, que nos informa sobre nuestras reservas de energía y cómo

debemos administrarlas. Durante la noche, los niveles de leptina aumentan, para disminuir nuevamente después del amanecer. La leptina sigue los patrones de las ondas de melatonina y regula nuestro apetito de forma rítmica y regular. Esto era especialmente importante en los primeros días de la humanidad, cuando necesitábamos conservar nuestra energía y no podíamos buscar comida en medio de la noche. No era hasta la llegada de la mañana cuando nuestro cuerpo nos indicaba que era hora de comer.

Más del 80 % de los jóvenes de quince a veintinueve años tienen sus teléfonos junto a ellos en la cama. Antes de dormir, mucha gente aprovecha para configurar la alarma, revisar las redes sociales, leer correos electrónicos o simplemente desplazarse por la pantalla. Antes de eso, es posible que hayamos pasado un par de horas frente al televisor o el ordenador, seguido de unos minutos en un baño de relucientes azulejos blancos. Tal vez hayamos tomado un refrigerio nocturno, porque la leptina, la hormona que nos hace sentir saciados, no ha surtido efecto aún. Cuando finalmente apagamos todo y cerramos los ojos, todavía podemos percibir las luces de la calle a través de la ventana. De vez en cuando, los automóviles que pasan pueden iluminar la habitación, o puede que la iluminación del jardín del vecino se filtre desde detrás de la cortina. No importa a qué tipo de luz nos expongamos durante la noche, estamos perturbando el ciclo natural de la melatonina, que está destinada a envolvernos al anochecer y desvanecerse a medida que llega la mañana. La luz azul es especialmente perjudicial, ya que se asemeja más a la del día, pero otras fuentes de iluminación también nos afectan.

Un estudio de la Universidad de Harvard ha demostrado que niveles de luz de al menos ocho lux son suficientes para interferir en nuestro ciclo de melatonina. Este valor lumínico equivale al del crepúsculo civil, la iluminación típica de la tarde. Esta interferencia significa que no experimentamos somnolencia en el momento adecuado, nuestro cerebro y cuerpo no se ralentizan, el metabolismo sigue funcionando como de costumbre y sentimos hambre cuando no deberíamos. Como resultado, nuestra calidad de sueño empeora. ¿A alguien le sorprende?

LA LUZ QUE NOS ENFERMA

La idea de que la mala calidad del sueño tiene importantes efectos en nuestra salud no es novedosa. Cualquiera que haya cuidado de niños pequeños, trabajado en turnos nocturnos, viajado a través de distintas zonas horarias o pasado una noche de fiesta puede dar testimonio de ello. El agotamiento puede ser devastador, si bien por lo general resulta fácil de abordar: una buena noche de sueño y el cuerpo se despierta como nuevo. Sin embargo, los problemas recurrentes de sueño pueden desencadenar estrés, depresión crónica e incluso problemas físicos. El cuerpo entra en un ciclo vicioso en el que el estrés y los trastornos del sueño van de la mano. Nos sentimos deprimidos en general. En la actualidad, millones de personas toman algún tipo de antidepresivo, lo que ha convertido la depresión en una crisis de salud pública. Si bien no cabe esperar que reducir la iluminación eléctrica pueda curar o prevenir la depresión de forma definitiva, sin duda aumenta las posibilidades de tener un buen sueño a largo plazo.

Para lograrlo, podemos recurrir a varios trucos: a algunas personas les gusta dormir en un ambiente donde la luz natural ajuste su reloj interno; otras prefieren que sea lo más oscuro posible durante su sueño. Lo importante es que la luz siga un ciclo y que las ondas de melatonina puedan fluir en un ritmo regular. Luz azul durante el día, luz roja por la noche.

Junto al estrés, la depresión y los trastornos del sueño, la obesidad constituye en todo el mundo un problema de salud de primer orden. Son muchas las causas de la obesidad, pero entre ellas se encuentra la disminución constante de los niveles de leptina, que a su vez es resultado directo de la interrupción del ciclo de melatonina. En pocas palabras, la falta de sueño nos hace propensos a ganar peso. Pero eso no es todo: la melatonina también controla otras hormonas y procesos que son importantes para nuestro sistema inmunológico. Hace veinte años, el investigador danés Johnni Hansen examinó a

siete mil mujeres con cáncer de mama y llegó a una reveladora conclusión: el trabajo nocturno aumenta el riesgo de desarrollar tumores. Desde entonces, el trabajo de Hansen ha sido replicado una y otra vez. Las enfermeras, los tripulantes de vuelo y los trabajadores de las fábricas que realizan turnos nocturnos y pasan por tanto la noche despiertos con mayor frecuencia que el resto de nosotros, corren un mayor riesgo de padecer cáncer. Esto parece ser especialmente cierto en el caso de los cánceres sensibles a las hormonas, como el de mama o el de próstata. La Organización Mundial de la Salud ha clasificado el trabajo en turnos nocturnos como un riesgo de cáncer comparable a ser fumador.

Las relaciones causales nunca son simples, pero parte de la explicación radica en la iluminación nocturna. La melatonina y su efecto sobre otras hormonas contribuyen a la inhibición de tumores, pero si se altera el reloj biológico de manera que la onda de melatonina se ausente durante la noche, sus efectos positivos se reducen.

Investigadores en Israel han identificado un vínculo entre los índices de enfermedad y los niveles de luz azul de onda corta presente durante la noche. En las áreas del país con alta contaminación lumínica, los cánceres dependientes de hormonas, como el cáncer de mama, eran más comunes, mientras que el cáncer de pulmón, por ejemplo, no lo era. Aunque todavía no comprendemos completamente de qué modo afecta la luz a los seres humanos y hasta qué punto un ciclo de sueño alterado causa diferentes problemas de salud, está claro que los trabajadores nocturnos tienen un riesgo mayor al de otras personas.

En nuestra sociedad moderna, sin embargo, es difícil evitar por completo el trabajo en turnos nocturnos, ya que muchas funciones clave dependen de que el personal esté disponible las 24 horas. El Hospital Central de Karlstad ha realizado importantes inversiones en iluminación moderna para abordar esta cuestión. Sus luces se ajustan según la hora del día, imitando la variación natural de la luz solar. Durante la mitad del día, la luz es blanca y contiene una mayor proporción de longitudes de onda azules. A medida que avanza la noche, la luz azul se reduce en favor de tonos más rojos, imitando así la puesta de sol. La intensidad de la luz también varía:

más tenue al amanecer e incrementándose gradualmente durante la mañana y la tarde, para luego disminuir de nuevo. La iluminación nocturna en todas las áreas del hospital se ajusta según sea necesario. Donde no se requiere luz brillante, simplemente no hay luz. Además, durante la noche las luces están diseñadas para permitir al personal nocturno realizar su trabajo sin el componente azul de la luz. Las luces diurnas están preprogramadas, pero se pueden ajustar según las necesidades. Se ha observado que tanto los pacientes como el personal una vez ha finalizado su turno duermen mejor. El modelo implementado en Karlstad, que también se utiliza en otros lugares, demuestra que podemos regular tanto la cantidad de claridad como su color para satisfacer nuestras necesidades de luz y de oscuridad. Ahora necesitamos implementar estas tecnologías en otros entornos en los que la iluminación artificial pueda poner en peligro la salud humana.

PARTE IV

ELOGIO

DE LAS SOMBRAS

▪

UN BÁLSAMO PARA EL ALMA

Uno podría preguntarse por qué un libro sobre la oscuridad como este ha abordado tan a menudo el tema de la luz, y yo mismo me he formulado la misma pregunta mientras lo escribía. Sin embargo, en los textos que he encontrado, la oscuridad es siempre definida como la ausencia de luz, de forma parecida a cómo definimos a menudo el silencio como la ausencia de sonido. Bajo esta perspectiva, la oscuridad es considerada un estado primordial que deja de existir en el momento en que la luz se hace presente.

Aunque yo mismo he usado tal definición en varias ocasiones, lo cierto es que la oscuridad tiene valor por sí misma. De hecho, para nuestros sentidos puede ser una experiencia tan tangible como la luz, podemos sentir cómo cae sobre nosotros, nos envuelve, nos relaja o nos aterra. La oscuridad también tiene matices: si nos hallamos en una habitación sin el menor rastro de luz, raro será que simplemente la definamos como oscura, diremos que está todo negro, o negro como el carbón. La oscuridad puede imponerse incluso aunque la luz esté presente: una habitación iluminada por una vela no la percibiremos como luminosa, diremos que es oscura, o que está en la penumbra. Aunque estrictamente sea la luz lo que podemos medir, nuestra experiencia está marcada a menudo por la oscuridad. La percibimos como si irrumpiera, como si su proximidad fuera un asalto a nuestra existencia. Emocionalmente, la oscuridad es algo concreto. Usamos palabras como «oscuro» o «turbio» para describir una oscuridad que se sitúa entre la presencia y la ausencia total de luz, en un sentido literal pero también filosófico o metafórico. El periodista Åke Lundqvist escribió una vez: «La oscuridad no es la ausencia de luz. La luz es oscuridad diluida. Cuando hablamos de la velocidad de la luz lo hacemos a menudo admirados. La oscuridad en cambio es mucho más lenta: cae suave y silenciosamente, como un bálsamo para el alma».

La oscuridad es pues un fenómeno por derecho propio, aunque

parezca infinitamente más difícil de definir que la luz, sobre todo cuando intentamos hacerlo sin servirnos de esta última como polo opuesto. En el mundo que experimentamos, ambos principios parecen estar conectados para siempre, por lo que un libro sobre la oscuridad debe inevitablemente tratar también sobre la luz, y no menos importante, sobre la interacción entre esta y la oscuridad. Porque sin luz no hay oscuridad, sin oscuridad no hay luz.

En muchas mitologías, la relación entre la luz y la oscuridad trata precisamente este aspecto: ambos están unidos a la vez que se oponen entre sí. La noche es la madre del día, como escribió el poeta Johan Stagnelius (1793-1823) en referencia a la diosa nórdica de la mitología Natt (la noche), quien era la madre de Dag (el día), Jord (la Tierra), Sol (el sol) y Måne (la luna). En la mayoría de las historias de creación de todas las culturas, la oscuridad y la noche representan el origen y el caos, mientras que el día y la luz simbolizan la vida y su gestación; cuando un dios sol entra en acción, la Madre Tierra toma forma. Podemos reconocer este tema en la propia Biblia:

En el principio Dios creó el cielo y la tierra. Y la tierra estaba desordenada y vacía, y las tinieblas se hallaban sobre la faz del abismo, y el Espíritu de Dios se movía sobre la faz de las aguas. Y dijo Dios: Sea la luz: y fue la luz. Y vio Dios que la luz era buena: y separó Dios la luz de las tinieblas. Y Dios llamó a la luz Día, y a las tinieblas llamó Noche. Y fue la tarde y la mañana el primer día.

Dios no solo evoca la luz, es la luz, y como tal representa todo el bien que hay en el mundo. En su morada, la Iglesia, el gallo reina como símbolo de la aurora, el momento en que la noche es derrotada. La oscuridad se considera el opuesto absoluto de la luz y la antítesis de Dios. Representa al diablo, la muerte, la ignorancia y toda la desesperación del mundo. El profeta Isaías, quien tenía una perspectiva un tanto pesimista, predicaba sobre la vida sin Dios. En sus escritos, menciona la angustia y la oscuridad, la penumbra de la angustia, y afirma: «y serán todos conducidos a las tinieblas».

Se dice que el hombre está ciego sin luz, tanto en un sentido literal como teológico. Solo confiando en la luz que representa Dios, podemos salir de las tinieblas, resistir la tentación y huir del mal. Esta perspectiva ha influido en nuestra forma de ver la oscuridad. En abril de 2020, el papa Francisco escribió que cuando vivimos en pecado, nos convertimos en murciélagos humanos. Permanecemos en la oscuridad porque la luz nos revela aquello que no queremos ver, y cuando nuestros ojos se acostumbran a la oscuridad, ya no reconocemos la claridad. La visión cristiana de la luz y el simbolismo de las tinieblas siguen teniendo una gran influencia.

En la magnífica Biblioteca Medicea Laurenziana en Florencia, unas esculturas de murciélagos creadas por Miguel Ángel custodian la oscura escalera. La ausencia de iluminación en la sala fue una elección arquitectónica consciente, para indicar que solo cuando el visitante llega a los libros es recompensado con la luz: hasta ese momento, es como un murciélago, sin educación y ciego ante la iluminación y el conocimiento. Hoy, sin embargo, tan refinada idea pasa inadvertida a los turistas, ya que en nombre de la seguridad se ha equipado con luces las escaleras. Sin embargo, los murciélagos siguen estando ahí para recibirlos.

La biblioteca de Florencia fue construida en el siglo XVI por encargo del papa Clemente VII (1478-1534), miembro de la influyente familia Medici, que dominó el comercio y la política de la ciudad durante siglos. Los Medici también desempeñaron un papel importante en el establecimiento de contactos con China, cuyas costumbres diferían significativamente de las de Europa. En la cultura china, los murciélagos eran considerados símbolos de felicidad, riqueza y larga vida, en contraste con la percepción europea. Un ejemplo de la influencia de esta visión china se puede observar en la estatua de Lorenzo II, esculpida por Miguel Ángel y ubicada fuera de la Capilla de los Medici. En la estatua se representa a Lorenzo con una pequeña caja en su rodilla, en la que asoma un murciélago.

Para la tradición china, la oscuridad y la luz son dos fuerzas que se equilibran en una misma entidad. La luz nace de la oscuridad, y cede a esta su lugar cada noche. Es una suerte de oposición más suave, en la que un concepto depende del otro. En la mitología

nórdica, la oscuridad del inframundo se apodera del otoño, pero lo hace para engendrar nueva vida en la Tierra cada primavera. Este ciclo atribuido por lo general a los dioses se repite en numerosas religiones, en un ritmo al que el hombre ha estado siempre subordinado, hasta los tiempos modernos, hasta que la contaminación lumínica comenzó a levantar, de forma lenta pero segura, muros que combaten la caída de la oscuridad y el obligado descanso que esta conlleva. La renovación de la vida cada mañana y cada primavera ha perdido un poco de su magia.

EL ELOGIO DE LA SOMBRA

En la década de 1930, el autor japonés Junichirō Tanizaki (1886-1965) publicó su libro El elogio de la sombra. Para entonces, la era del neón había comenzado en las grandes ciudades del mundo. Las vallas publicitarias de colores dominaban el paisaje urbano y el afán por la iluminación había dado un gran paso hacia el futuro. A Tanizaki aquello le preocupaba: Japón tenía una larga historia con una identidad arquitectónica propia, que las influencias occidentales que comenzaban a apoderarse de las ciudades ponían en peligro. Los paisajes urbanos de esa época diferían mucho de los modernos. Las ciudades aún se mantenían relativamente oscuras durante la noche, pero Tanizaki creía que los pequeños matices y las sutiles impresiones que habían siempre caracterizado a los edificios se estaban difuminando en una informe masa gris.

El librito de Tanizaki se ha convertido en un clásico, especialmente en el mundo de la arquitectura, y en la década de 1960 Harry Martinson, miembro de la Academia Sueca, llegó incluso a proponer al autor japonés para el Premio Nobel de Literatura. Las reflexiones de Tanizaki han sentado las bases de su propia escuela de pensamiento, lo que ha llevado a Tokio a apagar todas las luces en el distrito de Roppongi y partir de cero con nuevas fuentes de luz. Los diseñadores de iluminación de Tokio trabajan con luces de baja intensidad, con un menor número y una reducción en la altura de los postes de luz, con la iluminación suave de las fachadas y la instalación de obras de arte provistas de una iluminación más agradable. Como el ojo siempre se ajusta al punto más claro de su campo visual, tendemos a experimentar lo demás como más oscuro. Una sola luz o foco en un bloque hace que el ojo se ajuste a ese nivel de iluminación: las células cónicas de la retina siguen funcionando como si fuera de día, y los bastones se desactivan, y con ellos nuestra visión nocturna. El entorno alrededor del foco de luz se vuelve negro y experimentamos una oscuridad más profunda que la que tendríamos sin la luz intensa. Eso significa que un solo

punto brillante es capaz de engañar al ojo por completo.

En Roppongi, se han realizado esfuerzos para preservar la oscuridad tanto como sea posible, haciendo que el distrito resulte visible y seguro empleando para ello una iluminación de baja intensidad. Sin luces deslumbrantes, experimentar la ciudad es muy distinto, y el horizonte se acentúa en lugar de desvanecerse en una neblina amarilla. La luz se filtra, se refleja y se atenúa. Las sombras están vivas y crean una oscuridad amigable y acogedora que cobra vida en toda su escala de colores apagados.

Junichirō Tanizaki encarna la antigua visión oriental de la vida, en la que los detalles sutiles y las sombras, como la textura y la pátina apenas perceptibles de diferentes materiales, constituyen elementos importantes de la experiencia de contemplarlos. La luz y la oscuridad no se oponen; los matices unen elementos distintos en el arte, la arquitectura y la literatura. Una sombra que cae sobre un tapiz resalta la artesanía presente tras su confección, y las cortinas doradas que descansan en la penumbra generan matices distintos a las expuestas a la luz. A menudo, en Oriente, la belleza de las cosas naturales se halla precisamente en sus deficiencias y su fugacidad, lo que puede oponerse a la tendencia hacia la luz, la claridad y la perfección que caracteriza a Occidente. Un episodio significativo al respecto lo hallamos en el elogio que en su libro Tanizaki hace del antiguo baño japonés:

Es como si los inodoros japoneses [tradicionales] estuvieran hechos para brindar tranquilidad. Siempre se colocan a cierta distancia del edificio principal, a la sombra de una arboleda donde huele a hojas frescas y musgo [...] y es un sentimiento indescriptible sentarse acurrucado en la penumbra, profundamente sumido en meditación en la débil luz.

A pesar de que el alma japonesa está presente tanto en la arquitectura como en el arte, es difícil hallar en el mundo una ciudad más volcada en la tecnología que Tokio. Allí, el campo se siente muy lejano, y serían precisas muchas colinas como las de

Roppongi para combatir el alcance de la contaminación lumínica.

El opuesto absoluto al paisaje urbano de Tokio sería la desolación de los desiertos a la sombra de los Andes, al otro lado del Pacífico. El desierto chileno de Atacama es considerado uno de los lugares más oscuros de la Tierra, y no es casualidad que en 2012 tuviera lugar allí una de las primeras de una serie de conferencias dedicadas a la oscuridad y los efectos de la luz artificial. Astrónomos, neurobiólogos, zoólogos y artistas asistieron al simposio y a un taller bautizado con el nombre de Noche Zero. Estaban todos allí para hablar sobre la contaminación lumínica, que desde entonces se ha agudizado aún más. La gran altitud y el aire claro y seco hacen del desierto de Atacama un lugar casi óptimo para la observación de estrellas y la investigación astronómica. Los observatorios allí situados gozan de una vista abierta del cosmos y la infinidad del universo.

Bajo el cielo estrellado de Chile, la perspectiva se torna diferente. Cuando permitimos que nuestra rodopsina construya sus sensibles castillos de naipes sin las perturbadoras luces, el cielo se abre ante nuestros ojos. La noche ofrece todo el espectro de experiencia y profundidad del firmamento; en ningún otro lugar del mundo se siente uno tan pequeño, tan insignificante y al mismo tiempo tan único. Las estrellas más cercanas parecen descender hacia el suelo, formando un telón de fondo detrás de las cumbres de los Andes. Las estrellas más lejanas iluminan el camino hacia el principio de los tiempos, como faros en una costa lejana, mucho más allá del océano Pacífico. Pocas personas se dan cuenta de que este lugar no es único. Todas estas estrellas están ahí afuera sin importar en qué parte de la Tierra nos hallemos. Pero hemos creado una barrera de luz borrosa, como una cúpula impenetrable que cubre nuestro mundo, y solo en los lugares más remotos podemos ver más allá de las luces. De todas las estrellas que los humanos deberíamos poder ver a simple vista, para la mayoría de nosotros solo queda un minúsculo fragmento. El resto ha sido oscurecido por la luz artificial, ha desaparecido tras la cortina de humo de la actividad humana. Están ahí, pero no para que las veamos.

LUCES DE DIODO

El brillo blanco de los modernos diodos emisores de luz, más conocidos como LED, ha relegado a la bombilla incandescente a la historia. Los LED aprovechan la tendencia de los electrones a buscar siempre el equilibrio. Al agregarle energía, forzamos al electrón a alejarse de su núcleo atómico, lo cual libera nueva energía que puede tomar la forma de fotones, es decir, de luz.

Las luces LED son energéticamente muy eficientes, y pueden además funcionar sin necesidad de estar conectadas a la red, mediante simples baterías o células solares. El material del que está hecho el diodo determina el color que adquiere la luz. Durante mucho tiempo, en el mercado únicamente podían encontrarse diodos rojos y verdes, y alguno amarillo. Pero los físicos Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shūji Nakamura lograron obtener un diodo azul, con lo que abrieron la posibilidad de desarrollar un fuerte resplandor blanco, una luz que transforma la noche en día. Por esta innovación, en 2014 fueron galardonados con el Premio Nobel.

Mediante la combinación de diodos modernos, la luz actual se puede controlar, programar y configurar de un modo que hubiera sido inimaginable con la bombilla de luz incandescente. Los LED han revolucionado el mercado, al tiempo que el precio y el consumo por unidad de iluminación se reducía drásticamente. La lámpara LED ha servido como estímulo para profesiones como la de artista y diseñador de luces, y en la actualidad toda firma de arquitectura importante cuenta con una sección específicamente encargada de la iluminación. Al principio, como suele ocurrir con las nuevas tecnologías, se trataba en gran medida de la posibilidad de aumentar la potencia y la cantidad de luz. Pero una gran cantidad de luces brillantes no significa necesariamente que veamos mejor. Las intensas luces en las aceras crean túneles de luz blanca, más allá de los cuales no podemos ver nada, no vemos qué hay más

allá de la luz, ni la arquitectura de la ciudad o a los demás transeúntes. Pensando en nuestra seguridad, tendemos a iluminar las cosas cada vez más, pero al hacerlo corremos el riesgo de que la iluminación nos deslumbre o nos ciegue y nuestra seguridad, en vez de incrementarse, disminuya.

El ojo humano es asombroso, pero es fácil subestimar su potencial con poca luz, y sobrestimar, por lo tanto, la importancia de la iluminación. Imaginemos que una noche recorremos una carretera sin luces, pero dotada de balizas reflectantes a modo de guía para los vehículos en la oscuridad. Los propios faros del coche se encargan de dibujar los giros y curvas que da la carretera. Al cabo de un rato, cruzamos un pequeño pueblo, provisto de brillantes farolas a lo largo de toda la travesía. La experiencia de pasar junto a aquellas luces es similar a la de una luz estroboscópica en un club nocturno: los ojos pierden súbitamente la visión nocturna y el enfoque; de repente, parece que la oscuridad más allá de los edificios sea más densa. Aguantas la respiración mientras cruzas el pueblo; una vez lo has dejado atrás, respiras de nuevo. La luz de las farolas se desvanece y el camino vuelve a ser visible, extendiéndose ante ti con las líneas blancas reflectantes como único marco. Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969) acuñó la célebre divisa «Menos es más» para referirse al uso de formas simples y limpias en arquitectura, pero bien hubiera podido usarla para referirse a la iluminación. Una iluminación equilibrada facilita al ojo enfocarse en el crepúsculo.

Hoy contamos con el conocimiento y la tecnología necesarios para diseñar una iluminación adaptada a nuestros ojos, capaz de preservar los matices de la noche y crear una visión que, prescindiendo de luces deslumbrantes, nos permite dar forma en los entornos urbanos a una experiencia nocturna armoniosa. Podemos dirigir los LED y restringir las superficies que deseamos iluminar, y de ese modo reducir la dispersión de luz no deseada. Tenemos la capacidad de controlar y alterar los colores de la luz a fin de imitar el espectro que le es natural y, regulando la intensidad, podemos crear sombras con las que dar una impresión menos artificial y más agradable.

Durante la última década, sin embargo, hemos hecho todo lo

contrario. Hemos encendido cada vez más y más faros, lámparas y focos, lo hemos llenado todo de luces decorativas y hemos iluminado profusamente las fachadas. Si bien las bombillas incandescentes han sido reemplazadas por LED más económicos y energéticamente eficientes, el ahorro en energía que ello hubiera debido suponer se ha visto contrarrestado por la enorme cantidad de luces que hemos instalado. Tampoco hemos aprovechado las posibilidades que en cuanto a intensidad esta iluminación nos ofrece: la mayoría de LED que empleamos son blancos y muy brillantes, independientemente de la ubicación y la hora elegida para encenderlos. Nos hemos asegurado, en suma, de inundarnos de luz.

EL TURISMO DE LA OSCURIDAD

En estos tiempos tan repletos de estímulos son muchos los turistas que buscan áreas tranquilas, lugares remotos bajo cielos abiertos y bosques vírgenes. Cuanto más salvaje, mejor, si bien en muchas ocasiones la comodidad es también uno de los requisitos. En todo el mundo se han empezado a organizar experiencias en la oscuridad: en Gran Bretaña, el sur de Europa, los parques nacionales de Estados Unidos, el norte de Escandinavia o en las laderas de los Andes. El astroturismo, el turismo vinculado a la observación de estrellas y el cielo nocturno, está en auge.

Un buen ejemplo es el Kachi Lodge, en Bolivia. A una hora de vuelo desde La Paz, se ofrece al turista un espectáculo literalmente celestial, a unos 3.600 metros de altura. En medio del salar de Uyuni, el desierto de sal más grande del mundo, se han ubicado cabañas con forma de globos futuristas, que ofrecen al visitante la impresión de hallarse en un asentamiento en Marte. Bajo esas cúpulas, los huéspedes tienen la oportunidad de dormir lo más cerca del cosmos que resulta posible en la Tierra, disfrutando de una vista sin obstáculos del cielo estrellado. El resort cuenta con un restaurante que figura en la Guía Michelin, en el que se sirven recetas gourmet de platos locales, mientras que el árido paisaje de cactus que lo rodea ofrece poder experimentar la misma naturaleza que hace mucho inspiró las historias del pueblo inca.

Cuando en 1492 Colón zarpó en dirección oeste, allanando el camino para la invasión europea de América Latina, el Teide lo saludó disparando una salva. «El Teide entró en erupción» fue la escueta nota que Colón dedicó en su diario al tercer volcán más grande de la Tierra. El Teide lleva más de cien años tranquilo, y su área se ha convertido en parque nacional y Patrimonio de la Humanidad. Si uno asciende con el teleférico hasta la montaña, podrá sentirse muy cerca del universo y disfrutar de la Vía Láctea de forma mucho más intensa a la que la mayoría de las personas

puedan jamás acercarse. En la década de 1960 comenzaron las observaciones desde el volcán, que hoy cuenta con varios telescopios, y al ritmo de la luz que se esparce desde las densas franjas hoteleras de las playas canarias, cada vez son más los turistas que miran hacia la oscuridad en busca de la auténtica noche. El astroturismo se ha convertido en una industria multimillonaria.

En las regiones más septentrionales se organizan varios espectáculos para celebrar el solsticio de invierno. Las auroras y las brillantes estrellas atraen a los turistas a parajes como Islandia o el norte de Noruega, o hasta el hotel de hielo de Jukkasjärvi, en el norte de Suecia, desde donde contemplar aquellos fuegos artificiales que ofrece el cielo nocturno. En las montañas de Laponia se encuentra el parque nacional de Abisko, uno de los más antiguos de Europa, donde cada vez en mayor número acuden los turistas en busca de las auroras boreales y la oscuridad. Los visitantes son guiados a través de la noche del parque únicamente con una tenue luz roja, a fin de no perturbar su visión nocturna. Tras una ascensión en teleférico, se llega al Aurora Sky Station, un centro de observación de auroras boreales en el que la noche polar parece no tener fin.

Pero existen otras muchas más experiencias cotidianas protegidas de la luz artificial. En la ciudad de Helsingborg, en el sur de Suecia, las farolas en los paseos se han adaptado para que la vista hacia el oeste no se vea perturbada por la luz dispersa, y de ese modo preservar también de noche las hermosas vistas al mar. Por su parte, en Lomma, un poco más al sur, el ayuntamiento ha dispuesto la obligatoriedad de preservar los lugares oscuros.

En Møn, una isla danesa al sureste de Zelanda, las visitas nocturnas se han vuelto cada vez más populares. Desde la distancia destacan los impresionantes acantilados blancos de la isla, con sus 150 metros de altura, que parecen sumergirse en las aguas del estrecho de Øresund, adquiriendo un tono verde esmeralda allí donde las rocas se funden con el mar. Sin embargo, Møn, además de por sus acantilados blancos, es también célebre por su oscuridad.

En una noche despejada, pueden contarse hasta cinco mil estrellas sobre los acantilados de la isla, lo que la coloca en la parte alta de la escala de Bortle. En comparación, en Copenhague, a poco más de

una hora en coche, el número de estrellas visibles es de cien. Por ello, desde 2017, las autoridades se han dedicado a preservar la pureza de la noche en la zona oriental de Møn y en partes de la pequeña isla vecina de Nyord. Aquellos parajes se han convertido así en una reserva muy especial: el primer parque oscuro de Escandinavia. Por si eso no fuera suficiente, el municipio de Vordingborg, que tiene jurisdicción sobre estas dos islas, ha sido designado como una de las Comunidades de Cielo Oscuro de la IDA, la International Dark-Sky Association. Por ello, el gobierno municipal Vordingborg ha implementado un riguroso plan de iluminación que regula dónde, cómo y cuándo se encienden las luces, cumpliendo con el compromiso de proteger la oscuridad nocturna. Solo se permite el uso de luz absolutamente esencial, en aras de preservar el entorno natural y mantener la belleza de la noche.

Møn pudo haberse convertido en territorio sueco después del Tratado de Roskilde, cuando Carlos X Gustavo llevó a cabo su legendaria marcha sobre los Belts, los estrechos que separan la península escandinava de la actual Dinamarca, y obligó a su enemigo a capitular en 1658. Sin embargo, y pese a las elevadas demandas de los suecos, los daneses lograron conservar para su reino las islas de Läsö, Anholt y Møn gracias a sus negociaciones —y según la leyenda, tras colocar unos vasos de cerveza que ocultaban la posición de las islas sobre el mapa—. Puede que esto supusiera un golpe de suerte para los entusiastas de la oscuridad de hoy en día, ya que la Agencia Danesa de Protección Ambiental cuenta con ideas más avanzadas que su homónima sueca.

Aún más avanzada está Francia, que en 2019 aprobó una legislación que regula la cantidad de luz que se puede emitir a la atmósfera. La ley, que se implementó por completo en 2021, abarca aspectos como el brillo, la temperatura del color, la hora del día o los revestimientos de las luces públicas. Queda por ver cómo se llevará esto a la práctica y cuáles serán sus efectos. Sin embargo, cada vez son más los países que adoptan iniciativas similares. Viena decretó que las luces se apagaran a partir de las 11 de la noche, y en Groningen, en los Países Bajos, la iluminación en la industria y la agricultura está regulada por ley. Parece que Europa occidental está liderando la batalla, mientras que el resto del mundo permanece

aún en el punto de partida en lo que respecta a la problemática de la contaminación lumínica.

Como miembros del listado de Comunidades de Cielo Oscuro, Møn y Nyord reciben cada año su correspondiente certificación por parte de la IDA. Únicamente los lugares con cielos nocturnos excepcionales merecen tal distinción. Estas áreas deben además ser accesibles y visitables, tanto para turistas como para investigadores y astrónomos aficionados: el objetivo de un parque oscuro, al fin y al cabo, es convertirse en centro de interés cultural, como las catedrales medievales o los monumentos de la Antigüedad. Desafortunadamente, son pocos los sitios que cumplen con los requisitos de la IDA. En la actualidad, hay alrededor de cuarenta parques oscuros y aproximadamente una veintena de comunidades oscuras en todo el mundo. Solo cinco de ellos se encuentran en Europa, lo que convierte a Møn en un lugar realmente único.

El Parque de la Oscuridad de Møn, con su impresionante exhibición de estrellas y experiencias nocturnas, atrae a turistas de todo el mundo. Durante la visita, el parque te ofrece la oportunidad de unirte a una de las numerosas visitas guiadas disponibles. Si el cielo está nublado, la experiencia se centra en la propia oscuridad, en la sensación de inmersión en el denso vacío y las sombras que gradualmente emergen a medida que los ojos se adaptan a ellas. Los guías te muestran cómo sentirte seguro en la oscuridad, cómo despertar las partes no entrenadas de tu sistema sensorial y de qué modo puede tu cuerpo responder de forma positiva al descanso visual. Cuando el cielo está despejado, en cambio, la experiencia se centra en las estrellas. Es posible ver la Vía Láctea atravesando el firmamento, y si se visita la isla en invierno, disfrutar del fascinante espectáculo de luces que adorna el cielo nocturno desde tiempos inmemoriales.

Los parques de oscuridad en todo el mundo ofrecen esperanza. Es inspirador ver que, a pesar de todo, es posible preservar partes del cielo nocturno en nuestro mundo, dominado por la tecnología y la iluminación; basta con tener la voluntad de hacerlo. En Gran Bretaña, varios parques oscuros organizan festivales durante la primavera, el invierno y alrededor de Halloween, atrayendo a personas de todo el país y de muy distintas procedencias.

Ha pasado ya cierto tiempo desde que, en 2001, la localidad de Flagstaff, en Arizona, se convirtió en la primera ciudad en recibir el estatus de comunidad de cielo oscuro. Flagstaff contaba ya con fama de pionera: en 1958, un edicto municipal prohibiendo los focos publicitarios la convirtió en la primera ciudad en todo el mundo en implementar regulaciones sobre iluminación. Si bien en algo ha podido influir la opinión de los astrónomos, lo cierto es que las acciones de Flagstaff en ese sentido responden a la ambición de la propia ciudad de proteger el cielo nocturno en un entorno urbano.

Siguiendo criterios similares a las leyes sobre contaminación lumínica establecidas recientemente en Francia, Flagstaff instauró un modelo que limita la iluminación siguiendo tres directrices principales: en primer lugar, todas las luces deben estar orientadas hacia el suelo y contar con una pantalla protectora en la parte superior que evite que la luz se propague por encima del plano horizontal; asimismo, el número de luces en un espacio determinado está limitado; finalmente, las farolas deben emitir una luz cálida, de tonos amarillos y rojizos, en vez de la luz fría y azulada, que es la que más negativamente afecta a los humanos. Flagstaff quiere dar ejemplo y convertirse en modelo a seguir para los demás. Cierto es que, si no existen más lugares como Flagstaff, Francia, Møn y Nyord, corremos el riesgo de perder la oscuridad de la noche en apenas una generación.

EL PARQUE DE LA OSCURIDAD

A finales del siglo XIII, el rey sueco Magnus Ladulás decidió anexarse el área al sur de la isla de Djurgården, en Estocolmo, que desde entonces ha sido propiedad real. Durante mucho tiempo, Djurgården fue coto de caza privado de la corte —djurgård viene de dieure, término que en noruego antiguo significaba «ciervo»—. A finales del siglo XVIII, bajo el gobierno del rey Gustavo III, la zona se fue convirtiendo progresivamente en área de paseo y recreo. El Palacio de Rosendal, construido en la década de 1820, fue el primero de los espléndidos edificios que albergaría el parque, a los que en 1897 se sumarían los pabellones destinados a la Exposición Universal de Estocolmo. Desde entonces, Djurgården y sus alrededores han estado dominados por museos, edificios culturales y jardines, que han hecho del parque una de las zonas favoritas tanto para residentes como para turistas.

El siguiente gran paso se dio en 1995, cuando el conjunto formado por las áreas de Ulriksdal-Haga-Djurgården-Brunnsviken se convirtió en parque nacional, una auténtica zona protegida en plena ciudad, la primera de su tipo en todo el mundo. La idea era preservar en una metrópolis de rápido crecimiento la combinación de historia, cultura y naturaleza que aquel espacio verde ofrecía. Cuando se tomó aquella decisión, en 1994, aquello era un proyecto sin precedentes en el mundo. Hoy, Suecia ha sido superada por países como Finlandia, que cuenta con no menos de diez parques urbanos nacionales.

A finales del siglo XVII, un guardabosques real llamado Johan Persson, más conocido como Lill-Jan, tenía su pabellón de caza entre el humedal de Uggleviken y lo que hoy es el estadio Olímpico de Estocolmo. Djurgården era un espacio rural y salvaje, y ser un cazador real exigía supervisar grandes extensiones de tierra; pese a ello, el salario no era especialmente bueno, por lo que, para incrementar sus ingresos, Lill-Jan decidió abrir un restaurante en su

casa. El establecimiento se hizo rápidamente popular, y mantendría su fama hasta ya entrado el siglo XIX, mucho después de la muerte de su fundador. Aunque su nombre aparece mencionado en la obra de autores insignes como August Strindberg o Astrid Lindgren, no fue hasta 2009 que el bosque en el área recibió oficialmente el nombre de Lill-Jan, en honor del viejo cazador. A pesar de los senderos, las distintas instituciones que allí se alojan y la proximidad al área urbanizada de Estocolmo, la zona conserva aún una relativa oscuridad, suficiente, por ejemplo, para que los murciélagos la hayan elegido para alojarse. De hecho, nuestro trabajo de campo nos permitió identificar hasta siete especies diferentes de las ocho que habitan en Djurgården.

Los responsables del área planean ahora revisar la iluminación y adaptarla a las necesidades tanto de los humanos como de los animales, conscientes de que si bien necesitamos la luz, también precisamos la oscuridad. Los murciélagos nos muestran el camino, y el próximo paso será probar la tecnología moderna para lograr una iluminación más ecológica. En ese sentido, el Parque Nacional de Djurgården se ha convertido una vez más en pionero al agregar la oscuridad a la lista de bienes que hay que preservar.

Como parte de mi trabajo en Djurgården, tuve la oportunidad única de vivir en un antiguo puesto de mercado (hoy convertido en albergue y almacén) en el popular museo al aire libre de Skansen, y de deambular libremente por el parque por la noche mientras me dedicaba a escuchar a los murciélagos. No era el único que estaba despierto. Las nutrias, que suelen pasarse el día durmiendo, parecían celebrar algún tipo de convención que daba inicio poco después de la puesta del sol y no concluía hasta mucho más allá de la medianoche. Los lobos se escabullían con sus orgullosas siluetas, y un búho giraba lentamente la cabeza en mi dirección cada vez que pasaba frente a él. Cuando desde la bahía soplaba el viento, Skansen se convertía en un oasis para los murciélagos. Los murciélagos norteños planeaban silenciosos por los senderos o revoloteaban entre las cabezas de las focas que sobresalían del agua, mientras unos murciélagos ribereños se dedicaban a perseguir a los tricópteros. Alrededor del campanario de Hällestadsstapeln podían verse ejemplares de murciélago enano, y junto a la iglesia de Seglora revoloteaba un macho de murciélago orejudo, que había

elegido el campanario con la esperanza de que alguna hembra aceptara acompañarlo. Para su desgracia, no vi ninguna: Skansen es un área demasiado pequeña en un paisaje urbano excesivamente iluminado como para albergar colonias de murciélagos más grandes. Según todos los informes, el murciélago orejudo macho pasa también el invierno solo en Skansen, aunque puede que, con un poco de suerte, acabe por encontrar la compañía de sus congéneres.

Ni siquiera Skansen está libre de luces y focos innecesarios, a pesar de que el parque suele cerrar al anochecer, pero es cierto que en general la iluminación sigue siendo bastante escasa. Las linternas diseñadas en una época anterior emiten una luz tenue y agradable, y existen varios senderos que están completamente a oscuras. La presencia de murciélagos nos revela que la vida silvestre aún puede prosperar en una ciudad en la que estanques y parques permanecen sin iluminación, y uno espera que todo Djurgården finalmente llegue a cantar en alabanza de las sombras y a encarnar la filosofía japonesa de la oscuridad viviente.

CONVERSACIONES EN LA OSCURIDAD

En una ocasión, un niño que tenía miedo a la oscuridad dijo que esta «se ilumina cuando alguien habla». Solo cuando somos incapaces de ver experimentamos la soledad en todo su significado: en ese instante, la necesidad de cercanía y comunidad se vuelve más fuerte. Muchas personas, no soportan la sensación de inseguridad que la oscuridad de la noche despierta en ellas, y prefieren que todo a su alrededor esté iluminado. Nuestra limitada visión nocturna siempre nos ha dificultado discernir qué hay entre las sombras. Incluso las personas ciegas pueden experimentar miedo a la oscuridad, aunque, en teoría, deberían manejarse en ella mejor que nadie. Pero el solo hecho de saber que no hay luz o que es tarde puede bastar para que nuestra sensación de vulnerabilidad se haga presente.

No solo la falta de luz puede crear sensación de inseguridad, un tipo de iluminación incorrecta puede causar el mismo efecto. Cuando una luz nos deslumbra, apaga todo nuestro campo de visión periférico, permitiendo a la oscuridad invadirnos por todos lados. Puede que una hilera de focos a lo largo de una pasarela nos permita ver hacia dónde nos dirigimos, pero más allá de ese espacio la densa nada nos acecha. Por ello, algunos diseñadores de iluminación prefieren hablar de oscuridad, sombras, matices o combinaciones de colores, en vez de iluminación. La idea es que seguridad y oscuridad puedan experimentarse a la vez.

Hace un tiempo participé en una instalación de arte en vivo titulada Conversation, cuyo propósito era mostrar qué sucede cuando no podemos ver a la persona con la que estamos hablando. Podríamos decir que se trataba de una especie de performance en la que eran los propios participantes los encargados de crear el contenido. En parte era un experimento sociológico en el que cada uno de nosotros se veía impulsado a conversar y escuchar con todo su ser, sin únicamente limitarse a emplear su cuerpo o su mirada, sino

haciendo uso de su propio yo, libre de prejuicios basados en la apariencia. Todas las expresiones visuales claras pierden importancia cuando se da rienda suelta al yo interior.

Con los ojos vendados, me condujeron a una habitación completamente a oscuras y me sentaron a una mesa. Pronto advertí que habría probablemente unas diez personas en la habitación, tal vez más. Frente a mí había un plato de comida, un vaso y cubiertos. Podía oler la comida, pero era incapaz de ver nada, nada en absoluto. La instructora comenzó pidiéndonos que nos sirviéramos la comida y que nos ayudáramos entre nosotros a elegir y servir las bebidas. A partir de ese momento, nos dejó tomar el control. A ninguno de nosotros se le permitió decir su nombre, o revelar su profesión. Íbamos literalmente a tientas: alguien iniciaba una conversación, que pronto se extinguía, y luego otra persona hacía un comentario sobre la dificultad de saber cuál de las dos bebidas que se nos ofrecían le habían servido.

Pronto iniciamos la conversación. A veces hablábamos en grupo alrededor de la mesa, otras charlábamos con quien teníamos sentado al lado. De vez en cuando, la instructora nos hacía una pregunta, si bien la mayor parte del tiempo permanecía sentada en silencio. No sé si contaba con algún tipo de ayuda para vernos, o si también ella permanecía en la oscuridad. No estábamos obligados a hablar, por lo que era difícil saber en realidad cuántos éramos. Cabía dentro de lo posible que algunos participantes prefirieran no revelar su presencia y se dedicaran simplemente a escuchar las conversaciones a su alrededor.

Nos turnamos para jugar a adivinar cómo era la habitación en la que nos hallábamos. Al principio imaginamos que estábamos simplemente en una sala de conferencias, pero poco a poco nos aventuramos a salir bajo un cielo estrellado o hasta las profundidades del mar. Aunque nos demorábamos en deshilvanar nuestras descripciones, ninguno de nosotros fue interrumpido. Parecía como si, en ausencia de señales visuales que pudiéramos percibir, nos mostráramos más inclinados a aguardar a que las últimas palabras de quien hablaba se aposentaran y luego se desvanecieran antes de decir nosotros algo. Las voces, casi susurros, sonaban muy distintas entre sí; aunque apenas perceptibles, éramos

capaces de distinguir la respiración y los pequeños movimientos en la silla de cada participante.

¿Será que hemos olvidado cómo entablar una conversación tranquila, en la que el silencio, la oscuridad y la calma tengan cabida? ¿O puede que hoy en día lo consideremos un lujo del que podemos prescindir? Las áreas de recepción de psicólogos y terapeutas suelen estar iluminadas, aunque para algunos pacientes una habitación a oscuras probablemente resultaría más beneficiosa. Para alguien que se siente abrumado por el estrés, la ausencia de estímulos visuales puede ser un alivio. Algunos psicólogos son del parecer que la oscuridad permite entablar conversaciones más profundas, en las que terapeuta y paciente tienen la ocasión de hablar sin que ninguna otra impresión les moleste. Con frecuencia nos resulta más fácil abrirnos y hablar de nosotros mismos si no somos visibles, si no estamos expuestos a las miradas y al escrutinio de los demás bajo una luz penetrante.

Participar en aquella performance y tener la posibilidad de hablar en la oscuridad, de permanecer en silencio por un rato, de reflexionar, sin tener que pensar en tareas pendientes, fue una experiencia muy valiosa para mí. Antes de la llegada de la luz eléctrica, pasábamos mucho tiempo juntos en circunstancias similares, hablando de lo que habíamos hecho el día anterior, contándonos historias los unos a los otros. Podías hundirte en un rincón y simplemente escuchar. Hace unos años, tuve oportunidad de leer una edición de cartas de Franz Kafka (1883-1924) cuyo título reproducía una frase escrita por el autor en una de sus misivas: Man hör varandra bättre i mörker (Nos escuchamos mejor en la oscuridad). Tal vez se deba a que la oscuridad promueve la conversación. La sensación de no ser visto fue una de las cosas que más disfruté durante la performance. Podía sentarme como quisiera, hablar únicamente si lo deseaba, y aun así percibir un sentido de comunidad con quienes estaban conmigo.

En las antiguas sociedades rurales, en las que el ritmo de la existencia se regía por la luz natural, las conversaciones en medio de la noche eran una parte indisociable de la vida comunitaria. La gente se acostaba temprano, y a menudo se despertaba un rato a medianoche para luego volver a dormir una segunda ronda hasta la

mañana. Muchos niños fueron concebidos durante el tranquilo descanso de la medianoche. Los diarios y otros documentos escritos nos cuentan que se solía aprovechar aquel momento para encender una buena pipa, realizar alguna actividad manual simple o llenarse una jarra con cerveza. Probablemente se aprovechaba el momento para entablar una tranquila conversación antes de ir a la cama de nuevo. Algunos estudios modernos han revelado que las personas que siguen la luz natural y los ciclos de sueño pronto caen en este patrón de sueño bifásico, y que este puede incluso ser beneficioso para la salud.

Algunos restaurantes han hecho de la idea de comer en la oscuridad parte de su oferta. Se coloca a extraños uno al lado del otro, dando la oportunidad a que voces desconocidas se encuentren sin luz alguna. Los movimientos se vuelven lentos y reflexivos mientras las manos aprenden a buscar a tientas los vasos y los cubiertos. Los móviles no están permitidos, por lo que nadie interrumpe la conversación para buscar el aparato. El presente parece inusualmente presente.

El propietario del Svartklubben, uno de estos restaurantes a oscuras, es músico, y a menudo aprovecha para coger su guitarra y tocar un poco. En la densa oscuridad no es posible verlo, pero cada estrofa, cada verso y armonía contribuyen a permitirnos disfrutar de un confort poco habitual. Por lo visto, son varias las personas con TDAH que confiesan sentirse cómodas en el Svartklubben; allí, explican, son capaces de comer, relajarse y escuchar sin que una avalancha de impresiones visuales los avasalle. Su percepción del tiempo también se altera: en la oscuridad, el reloj parece ralentizarse, hasta confundirse con el propio espacio y desaparecer. Se habla desde hace mucho de los beneficios de seguir una terapia de luz en invierno, sobre todo para la gente que vive en las regiones más septentrionales. Pero lo cierto es que la terapia de la oscuridad se está convirtiendo en una realidad.

Cerca de donde se halla el Svartklubben se graba el pódcast I mörkret med (En la oscuridad con…) No se trata de un pódcast sobre la oscuridad, sino que tiene la particularidad de grabarse en una habitación completamente sin luz, y eso se refleja en las conversaciones, que se vuelven más profundas, tranquilas y

personales. Pasado el rato necesario para aclimatarse, los invitados se relajan y vuelven a ser ellos mismos. Sin ninguna impresión ajena que los perturbe, pueden concentrarse por completo en lo que les dicen y en lo que ellos mismos dicen. Y aunque el oyente no se halle en la misma oscuridad, le basta con cerrar los ojos para compartirla.

LA OSCURIDAD AL FINAL DEL TÚNEL

Ya se trate de la luz de las plataformas petroleras en el mar, de los resplandecientes hoteles de Las Vegas o de las farolas del estacionamiento de una escuela, no hay duda de que la contaminación lumínica afecta a uno de nuestros mecanismos más fundamentales: nuestro reloj interno. El ritmo circadiano que todos los seres del planeta compartimos se altera cuando la luz permanece encendida. Los más directamente perjudicados son los animales nocturnos, pero no hay ser vivo que no se vea afectado por ello.

Detener el ascenso desbocado de las temperaturas, limpiar de plásticos y venenos el medio ambiente o prevenir la propagación de especies invasoras son tareas en extremo difíciles, o directamente imposibles. Pero atenuar o apagar las luces es algo infinitamente más sencillo. La contaminación lumínica es el problema ambiental más fácil de resolver, al menos técnicamente. Los efectos de apagar la iluminación superflua serían inmediatos y no dejarían rastros que luego hubiera que limpiar. Cada uno de nosotros, a título individual, podemos reducir sin apenas coste la cantidad de contaminación lumínica que emitimos: usando pantallas con menor brillo, orientando las fuentes de luz hacia el suelo o sirviéndonos de iluminación tenue, podemos disminuir tanto el volumen de luz de las ciudades como la cantidad de luz artificial que se dispersa en la atmósfera. Basta con que apaguemos las luces en las habitaciones en las que no estamos, o que pongamos temporizadores en las luces de nuestro jardín o añadamos detectores de movimiento en las escaleras para usar solo la luz que necesitamos y únicamente en el momento en que nos es precisa.

Sin embargo, no deja de ser un tema problemático. Para muchas personas que hallan en la luz y los entornos iluminados un espacio seguro, aceptar un ambiente más oscuro supone un auténtico reto. Es probable que sean pocos quienes estén dispuestos a volver a los niveles de iluminación del mundo preindustrial: habría que

renegociar nuestra concepción de sociedad del bienestar, nuestra idea de seguridad, nuestra vida profesional… Nuestro modo de vida, en definitiva. La luz no deja de ser un símbolo de riqueza: es en las grandes ciudades de los países más desarrollados donde brilla cada vez más. Las luces son símbolo de éxito, como antaño lo fueron los miles de lámparas de aceite de ballena celebrando al rey Carlos XII. Por otro lado, se hace difícil decirle a un campesino africano que no emplee luces eléctricas para iluminar sus terrenos cuando en Suecia decoramos con luces nuestros edificios o colgamos hileras de diminutas bombillas alrededor de nuestros árboles por Navidad.

En los últimos años, varios países y regiones han puesto en marcha proyectos para promover la oscuridad. En 2002, la República Checa y Eslovenia fueron pioneros en Europa, y varios Estados más siguieron su ejemplo o están en camino de hacerlo, como Italia, España, Croacia o los Países Bajos. En muchos lugares de la UE se están discutiendo nuevas leyes y directrices contra el exceso de luz y en pro de preservar la oscuridad.

La pregunta es de cuánto tiempo disponemos para actuar. Muchos de los animales que moran al amparo de la oscuridad se hallan al borde de la extinción y con ellos los invaluables servicios que prestan, como polinizar las plantas o ayudar a controlar potenciales plagas. Y mientras tanto, la ausencia de la noche hace que nuestras plantas se desarrollen prematuramente y que nosotros durmamos cada vez peor.

Desde siempre, poetas, filósofos, escritores y artistas han hallado inspiración en la oscuridad. Parece que la imposibilidad de ver nos impulsa a servirnos de la imaginación para crear nuevas imágenes en nuestro interior. En teatro existe el concepto de cámara negra, el conjunto de cortinajes opacos destinados a delimitar la escena y ocultar de la vista del espectador todos los elementos fuera de ella, y que a la vez permiten a los actores extraer de su interior todos sus recursos creativos sin ninguna impresión que los distraiga. De modo similar, creamos nuestra propia cámara negra cuando al anochecer iluminamos con velas una estancia de la casa o nos sentamos alrededor de una fogata. El objeto de los candelabros de Adviento no es recrear la luz del día, sino crear un estado de ánimo.

Buscamos una luz tenue, una iluminación acogedora que nos ayude a relajarnos en la oscuridad y a conversar de manera más íntima.

Escribo los últimos párrafos de este libro en una hoja de papel y a la luz de las velas, coincidiendo con la Hora del Planeta. Ese es el nombre con el que se conoce a la actividad internacional de protesta organizada por el Fondo Mundial para la Naturaleza: el último sábado de marzo de cada año estamos llamados a apagar las luces y los aparatos no indispensables durante una hora, a modo de protesta simbólica con la que hacer a todo el mundo consciente de nuestro derroche de energía. Este gesto puede también verse como un símbolo de la lucha contra la contaminación lumínica. En los parques de ciudades como Berlín, el efecto de la Hora del Planeta es medible: aunque no todos participen, la contaminación lumínica de la ciudad disminuye ostensiblemente durante esa hora de oscuridad. En casa, hemos convertido la celebración de ese momento en una tradición familiar: aprovechamos para sacar algún juego de mesa y disfrutar de unas magdalenas recién horneadas.

Pero ¿por qué limitarnos a una vez al año? Las luces no siempre tienen que estar encendidas; hay más que hallar en la oscuridad de lo que creemos. Resulta realmente fascinante la experiencia de sentir cómo nuestros ojos se aclimatan lentamente y cambian a la visión nocturna, percibir cómo se iluminan las estrellas cuando las luces de la calle se apagan y cómo nuestras conversaciones se hacen más profundas cuando nos recostamos y descansamos los ojos.

La noche es nuestra amiga. Descansamos en la oscuridad, en su quietud y sutil belleza. Nos inspiramos en la noche, más allá de la Vía Láctea y sus lejanas luces. Todavía hay vida en la oscuridad de la noche. Recuperémosla, hagámosla nuestra.

Carpe noctem.

EL MANIFIESTO

POR LA OSCURIDAD

TOMA CONCIENCIA DE LA OSCURIDAD

El ritmo circadiano es la base de toda vida,
pero actualmente el ser humano mantiene
la oscuridad de la noche a raya.
Ayuda a cambiar esto.

PROTEGE LA OSCURIDAD

Vivimos en un mundo que parece inundado de luz artificial, pero la oscuridad está más cerca de lo que piensas: puede bastarte simplemente una pequeña salida, una caminata o un teléfono apagado.

CONSERVA LA OSCURIDAD EN TU ENTORNO

Apaga las luces cuando salgas
de una habitación y deja que tu entorno
descanse en la oscuridad de la noche.
Observa la oscuridad y los matices
de las sombras.

SIGUE TU RITMO INTERIOR

Deja que la oscuridad te envuelva
antes de irte a dormir,
evita la luz azul por la noche
y deja que el sol reinicie el día
por la mañana.

DESCUBRE LA VIDA NOCTURNA

Ve a algún sitio alejado
de los deslumbrantes cielos de la ciudad
y permite que tus ojos se adapten
a la oscuridad. Observa cómo los animales
salen de sus escondites, cómo brillan
sus ojos y pasan sus siluetas. Percibe cómo
cambia el aroma de las plantas, descubre
nuevos sonidos a tu alrededor.

SAL EN BUSCA DE LA OSCURIDAD

Observa las diferentes fases del crepúsculo y cómo el sol da paso a la luna y las estrellas, y si tienes oportunidad, sumérgete en las horas más oscuras de la noche.

APRENDE MÁS SOBRE LA OSCURIDAD Y SOBRE SU IMPORTANCIA PARA LA SUPERVIVENCIA DE ANIMALES Y PLANTAS

Déjate inspirar por la literatura
y el arte de antes de que la luz LED
se apoderara de la noche.

HABLA SOBRE LA OSCURIDAD CON LAS PERSONAS QUE TE RODEAN

Cuanto más difundamos el conocimiento sobre los beneficios de la oscuridad, mayores serán las posibilidades de que podamos contrarrestar los problemas causados por un mundo excesivamente iluminado.

INFLUYE EN TU ENTORNO Y CONVIÉRTETE EN UN EJEMPLO A SEGUIR EN LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Informa a tu municipio de qué farolas difunden cantidades innecesarias de luz y cómo la iluminación con focos puede infringir las normas ambientales. Participa junto a tus vecinos en la «Hora del Planeta».

APROVECHA LA OSCURIDAD

Hazte su amigo y disfrútala:
enriquecerá tu vida.

Agradecimientos

Alguien dijo una vez que escribir no es una ocupación, es una forma de autolesionarse. Pero en todo caso no es una labor tan solitaria como se suele decir. Muchas personas me han ayudado con sus conocimientos, ideas, consejos y preguntas a recorrer el camino y cruzar los pasillos de la oscuridad.

Antes de sentarme a escribir y también a lo largo de la redacción del libro hablé con todo tipo de personas con el fin de obtener nuevos aportes, ideas y el mayor número posible de puntos de vista sobre la luz y la oscuridad. A algunas las conocí tomando un café, con otras simplemente hablé por teléfono, mediante la pantalla del ordenador o por correo electrónico. Muchas de las conversaciones se han convertido en pasajes importantes del libro; otras han inspirado lo que se puede leer entre líneas. Pero todas mis reuniones fueron igualmente importantes en su creación. Todas las personas que cito a continuación contribuyeron con sus pensamientos sobre la oscuridad y sobre la necesidad de preservarla, y su visión me ha acompañado a lo largo de todo mi trabajo. Por ello, quiero dar humildemente las gracias a:

Andreas Nordin (científico), Anna Bergholtz (periodista), Anette Nääs (actor), Brett Seymoure (lepidopterólogo), Calle Bergil (biólogo), Cecilia Wide (médica, periodista y naturalista), Charlotta Thodelius (criminóloga), Freja Holmberg (pedagoga de museo), Frida Rångtell (investigadora del sueño), Frida Sandström (escritora de arte), Helen Arfvidsson (curadora en el Museo de la Cultura Mundial), Henrik Aronsson (fisiólogo de plantas), Jarl Nordbladh (arqueólogo), Jenny Lindström (zoofisióloga), Kajsa Sperling (diseñadora de iluminación), Katja Lindblom (curadora del Observatorio Slottsskogen), Magnus Gelang (curador en el Museo de Historia Natural de Gotemburgo), Mattias Sandberg (geógrafo), Micael Björk (sociólogo), Mikael Cremle (oficial de conservación del agua), Serena Sabatini (arqueóloga), Susanna Radovic (filósofa),

Taylor Stone (filósofa tecnológica) y Åsa Gunnarsdotter (psicóloga).

Mi más enorme agradecimiento al equipo editorial y a los editores Lena Forssén y Nils Sundberg, quienes cortaron, editaron y pulieron sin cansancio la redacción, así como a quienes leyeron y corrigieron el libro: Claes Bernes (astrónomo), Emil V. Nilsson (botánico), Kennet Lundin (biólogo marino) y Jenny Eklöf (bióloga y médica).

Finalmente, un agradecimiento especial a Jens Rydell (1953–2021), zoólogo y fotógrafo de la naturaleza, con quien compartí experiencias y discusiones sobre los murciélagos y la oscuridad desde fines de la década de 1990. Extrañaré su compañía y consejo más de lo que puedo decir. Sin las aventuras y conversaciones que compartimos, este libro jamás se habría escrito.

Recursos para leer

y escuchar más

Bogard, P., The End of Night: Searching for Natural Darkness in an Age of Artificial Light, Londres, Fourth Estate, 2013.

Dark Sky Association. darksky.org

Drake, N., «Our Nights Are Getting Brighter, and Earth Is Paying the Price», National Geographic, 3 Abril 2019.

«Good Night, Night», Flash Forward (pódcast), 28 Marzo 2020.

Francis-Baker, T., Dark Skies: A Journey into the Wild Night, Londres, Bloomsbury Wildlife, 2019.

Rich, C., y T. Longcore. (eds.), Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, Washington, DC, Island Press, 2006.

Fuentes

ALAN—International Conference on Artificial Light at Night, Resúmenes monográficos, 2014-18.

Albion, W., y H. E. Hanson, «The Destruction of Birds at the Lighthouses on the Coast of California», Condor 20, n. 1 (1918).

Anderson, G., et al., «Circadian Control Sheds Light on Fungal Bioluminescence.», Current Biology 25 (2015).

Andersson, S., et al., «Light, Predation and the Lekking Behaviour of the Ghost Swift Hepialus humuli (L.) (Lepidoptera, Hepialidae).», Proceedings of the Royal Society of London B 265 (1998).

Angier, N., «Modern Life Suppresses an Ancient Body Rhythm», New York Times, 14 Marzo 1995.

«Avsnitt 14: Mörker», Konstform (pódcast), 30 Enero 2018.

Barnes, E. J., «The Early Career of George John Romanes, 1867–1878», Newnham College, Cambridge, 1998.

BBC, «The Making of Charles Messier's Famous Astronomy Catalogue», Sky at Night Magazine, Agosto 2017.

BBC, Planet Earth II, 2016.

BBC Two, «The Secret Life of the Cat», Horizon, 2013.

Bennie, J., et al., «Cascading Effects of Artificial Light at Night: ResourceMediated Control of Herbivores in a Grassland Ecosystem», Philosophical Transactions of the Royal Society B 370 n. 1667 (2015).

Bennie, J., et al., «Ecological Effects of Artificial Light at Night on Wild Plants» Journal of Ecology 104 (2016).

Bentley, M. G., et al., «Sexual Satellites, Moonlight and the Nuptial Dances of Worms: The Influence of the Moon on the Reproduction of Marine Animals», Earth, Moon, and Planets 85 (1999).

Bettini, A., A Course in Classical Physics 4—Waves and Light, Springer International Publishing, 2017.

Bird, S., y J. Parker. «Low Levels of Light Pollution May Block the Ability of Male Glow-Worms (Lampyris noctiluca L.) to Locate Females», Journal of Insect Conservation 18, n. 4 (2014).

Björn, L. O., Photobiology: The Science of Light and Life, Springer

Science, 2015.

«Blue Light Has a Dark Side», Harvard Health Letter, Cambridge, MA, Harvard Health Publishing, Harvard Medical School, 2018.

Bogard, P., The End of Night: Searching for Natural Darkness in an Age of Artificial Light, Londres, Fourth Estate, 2013.

Bortle, J., «Introducing the Bortle Dark-Sky Scale», Sky & Telescope, Febrero 2001.

Broberg, G., Nattens historia: Nordiskt mörker och ljus under tusen år, Estocolmo, Natur & Kultur, 2016.

Brouwers, L., «Animal Vision Evolved 700 Million Years Ago», Scientific American, Noviembre 2012.

Brüning, A., et al., «Influence of Artificially Induced Light Pollution on the Hormone System of Two Common Fish Species, Perch and Roach, in a Rural Habitat», Conservation Physiology 6, n. 1 (2018).

Byström Möller, L., «Luftfartsstyrelsens författningssamling», LFS 2007: 33, Serie OPS, 2007.

Campion, N., y C. Impey, Imagining Other Worlds: Explorations in Astronomy and Culture, Bristol, Sophia Centre Press, 2018.

Carrington, D., «Plummeting Insect Numbers “Threaten Collapse of Nature.”», Guardian, 10 Febrero 2019.

Carson, R., Silent Spring, Nueva York, Houghton Mifflin, 1962. [Primavera silenciosa, Barcelona, Crítica, 2016.]

Castellani, C., et al., «Exceptionally Well-Preserved Isolated Eyes from Cambrian “Orsten” Fossil Assemblages of Sweden», Palaeontology 55, n. 3 (2012).

Chepesiuk, R., «Missing the Dark—Health Effects of Light Pollution», Environmental Health Perspectives 117, n. 1 (2009).

Ciach, M., y A. Fröhlich, «Ungulates in the City: Light Pollution and Open Habitats Predict the Probability of Roe Deer Occurring in an Urban Environment», Urban Ecosystems 22 (2019).

Comunicado de prensa de la Asamblea Nobel para el Premio Nobel de Física, 2014. nobelprize.org/prizes/physics/2014/9476-pressmeddelande-nobelpriset-i-fysik-2014

Comunicado de prensa de la Asamblea Nobel para el Premio Nobel de Física, 2019. nobelprize.org/prizes/physics/2019/61693-press-release-swedish

Comunicado de prensa de la Asamblea Nobel para el Premio Nobel

de Fisiología o Medicina, 2017. nobelprize.org/prizes/medicine/2017/7411-7411-2017

Cuff, M., «Lights Out? Habitat Loss and Light Pollution Pose Grave Threat to UK Glow Worms», iNewsletter, 4 Febrero 2020.

Danielsson, U., Mörkret vid tidens ände: En bok om universums mörka sida, Estocolmo, Fri Tanke Förlag, 2015.

Dark Sky Association. darksky.org

Darwin, C., The Expression of the Emotions in Man and Animals, Fontana Press, 1872. [La expresión de las emociones en los animales y en el hombre, Madrid, Alianza, 1998.]

Dauchy, Robert R. T., et al., «Circadian and Melatonin Disruption by Exposure to Light at Night Drives Intrinsic Resistance to Tamoxifen Therapy in Breast Cancer», Cancer Research 74, n. 15 (2014).

Depledge, M., et al., «Light Pollution in the Sea», Marine Pollution Bulletin 60 (2010).

Desouhant, E., et al., «Mechanistic, Ecological, and Evolutionary Consequences of Artificial Light at Night for Insects: Review and Prospective», Entomologia Experimentalis et Applicata 167 (2018).

Di Domenico, A., «European Union Adopts New Guidance to Reduce Light Pollution», Environmental Protection, 6 Diciembre 2019.

Dimovski, A. M., y K. A. Robert, «Artificial Light Pollution: Shifting Spectral Wavelengths to Mitigate Physiological and Health Consequences in a Nocturnal Marsupial Mammal», Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology 329, n. 8–9 (2018).

Doctor, R. M., et al., The Encyclopedia of Phobias, Fears, and Anxieties, Nueva York, Facts on File, 2008.

Dokken, P., «Varför är mörkret viktigt, Kajsa Sperling?», Göteborgs-Posten, 23 Marzo 2019.

Dominoni, D. M., et al., «Clocks for the City: Circadian Differences between Forest and City Songbirds», Proceedings of the Royal Society of London B 280 (2013).

Drake, N., «Our Nights Are Getting Brighter, and Earth Is Paying the Price», National Geographic, 3 Abril 2019.

Duarte, C., et al., «Artificial Light Pollution at Night (ALAN) Disrupts the Distribution and Circadian Rhythm of a Sandy Beach Isopod», Environmental Pollution 248 (2019).

Edqvist, B., y J. Eklöf, Fladdermusen—i en mytisk värld, Bjärnum, Suecia, Bokpro, 2018.

Ekirch, A. R., At Day's Close: Night in Times Past, Nueva York, W. W. Norton, 2005.

Eklöf, J., Djurens evolution, Estocolmo, Caracal Publishing, 2008.

Eklöf, J., y J. Rydell, Fladdermöss—i en värld av ekon. Hirschfeld Förlag, 2015.

—, «Det dödliga ljuset», Forskning & Framsteg, 27 Septiembre 2018.

Eliasson, C., «Växter reagerar på ljus inom bråkdelen av en sekund», Universidad de Gotemburgo, 31 Marzo 2020.

Elgert, C., et al., «Reproduction under Light Pollution: Maladaptive Response to Spatial Variation in Artificial Light in a Glow-Worm», Proceedings of the Royal Society of London B 287 (2020).

Emlen, S. T., «The Stellar-Orientation System of a Migratory Bird», Scientific American 233, n. 2 (1975).

Englund, P., Förflutenhetens landskap, Estocolmo, Atlantis, 1991.

Entomologischer Verein Krefeld. entomologica.org

European Festival of the Night. nightfestival.se

Falchi, F., et al., «Light Pollution in USA and Europe: The Good, the Bad and the Ugly», Journal of Environmental Management 248 (2019).

Falchi, F., et al., «The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness», Science Advances, 10 Junio 2016.

Farnworth, B., et al., «Photons and Foraging: Artificial Light at Night Generates Avoidance Behaviour in Male, but Not Female, New Zealand Weta», Environmental Pollution 236 (2018).

Farrington, D. P., y B. C. Welsh, Förbättrad utomhusbelysning och brottsprevention. En systematisk forskningsgenomgång, Brå-rapport 2007:28.

Fimmerstad, L., «Elljuset tränger undan gaslyktorna i Stockholm» (sin fecha). stockholmshistoria.com

Firebaugh, A., y K. J. Haynes, «Light Pollution May Create Demographic Traps for Nocturnal Insects», Basic and Applied Ecology 34 (2019).

Fobert, E. K., et al., «Artificial Light at Night Causes Reproductive Failure in Clownfish», Biology Letters 15, n. 7 (2019).

«Folkminnesuppteckning, Broby, Lund 1874», DAL 32 (1874).

Foster, J. J., et al., «Orienting to Polarized Light at Night—Matching Lunar Skylight to Performance in a Nocturnal Beetle», Journal of Experimental Biology 222 (2019).

Fox, D., «What Sparked the Cambrian Explosion? », Nature 530, n. 18 (2016).

Francis-Baker, T., Dark Skies: A Journey into the Wild Night, Londres, Bloomsbury Wildlife, 2019.

Fredelius, A., «Rätt ljus ger piggare läkare», Ny Teknik, 20 Junio 2016.

Gallaway, T., et al., «The Economics of Global Light Pollution», Ecological Economics 69, n. 3 (2010).

García-Sáenz, A., et al., «Evaluating the Association between Artificial Light-at-Night Exposure and Breast and Prostate Cancer Risk in Spain (MCC-Spain Study)», Environmental Health Perspectives 126, n. 4 (2018).

Gardner, J., «Fladdermöss hjälper ekologisk vinodling», Vinjournalen, 27 Agosto 2018.

Garnert, J. «August Strindberg's ljus», Ljuskultur 4 (2012).

—, Ut ur mörkret: Ljusets och belysningens kulturhistoria, Lund, Historiska Media, 2016.

Gaston, K. J., «Reducing the Ecological Consequences of Nighttime Light Pollution: Options and Developments», Journal of Applied Ecology 49 (2012).

Gaukel Andrews, C., «The Largest Migration on Earth Is Vertical», 2018. NatHab.com

Gauthreaux, S., y C. G. Belser, «Effects of Artificial Night Lighting on Migrating Birds», en Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, C. Rich y T. Longcore (eds.), Washington, DC, Island Press, 2006.

Geffen, K., et al., «Artificial Night Lighting Disrupts Sex Pheromone in a Noctuid Moth», Ecological Entomology 40 (2015).

Gibbens, S., «As the Arctic Warms, Light Pollution May Pose a New Threat to Marine Life», National Geographic, 5 Marzo 2020.

—, «See “Underwater Snowstorm” of Coral Reproducing», National Geographic, 5 Enero 2018.

«Good Night, Night», Flash Forward (pódcast), 28 Marzo 2020.

Grenis, K., y S. M. Murphy, «Direct and Indirect Effects of Light Pollution on the Performance of an Herbivorous Insect», Insect Science 26, n. 4 (2018).

Griffith Observatory. griffithobservatory.org

Grønne, J., «Tusentals meteorer målar himlen», Illustrerad Vetenskap, 12 Agosto 2019.

Guilford, T., «Light Pollution Causes Object Collisions during Local Nocturnal Manoeuvring Flight by Adult Manx Shearwaters Puffinus puffinus», Seabird 31 (2019).

Gustafsson, B., «Fjärilar insamlade i ljusfälla på Naturhistoriska riksmuseets tak», sin fecha. Hagabladet.

Hadenius, P., Paus: Konsten att göra något annat, Estocolmo, Natur & Kultur, 2019.

Hadhazy, A., «Fact or Fiction: The Days (and Nights) Are Getting Longer», Scientific American, 14 Junio 2010.

Haim, A., y A. E. Zubidat. «Artificial Light at Night: Melatonin as a Mediator between the Environment and Epigenome», Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences 370, n. 1667 (2015).

Hallmann, C. A., et al., «More Than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas», PLoS ONE 12, n. 10 (2017).

Hallemar, D., «Disciplinerande ljus och förlåtande mörker», OBS, Sveriges Radio P1, 20 Febrero 2017.

Hansen, J. «Night Shift Work and Risk of Breast Cancer», Current Environmental Health Report 4, n. 3 (2017).

Härdig, A., «Myter om månen», Populär Astronomi 1 (2019).

Hart, A., «The Rise of Astrotourism: Why Your Next Adventure Should Include Star-Gazing», Telegraph, 11 Julio 2018.

Heinrich, B., The Homing Instinct: Meaning & Mystery in Animal Migration, Boston, Houghton Mifflin Harcourt, 2014.

Heintzenberg, F., Nordiska nätter: Djurliv mellan skymning och gryning, Lund, Bio & Fokus Förlag, 2013.

Buscando a Nemo, Pixar, 2003.

Hölker, F., et al., «The Dark Side of Light: A Transdisciplinary Research Agenda for Light Pollution Policy», Ecology and Society 15, n. 4 (2010).

—, «Light Pollution as a Biodiversity Threat», Trends in Ecology & Evolution 25, n. 12 (2010).

Howard, J., «These Fish Eggs Aren't Hatching. The Culprit? Light Pollution», National Geographic, 9 Julio 2019.

Hughes, H. C., Sensory Exotica: A World beyond Human Experience, Cambrigde, MA, Bradford Books, 2001.

Hunt, R., The Poetry of Science: Or, Studies of the Physical Phenomena of Nature, Reeve, Benham, and Reeve, 1849.

I mörkret med... (pódcast). imorkretmed.se

International Dark Sky Association, Fighting Light Pollution: Smart Lighting Solutions forIndividuals and Communities, Mechanicsburg, PA, Stackpole Books, 2012.

Irenius, L., «Gläds åt mörkret—det är hotat», Svenska Dagbladet, 19 Noviembre 2019.

Jabr, F., «How Moonlight Sets Nature's Rhythms», Smithsonian Magazine, 21 Junio 2017.

Jägerbrand, A. K., LED-belysningens effekter på djur och natur med

rekommendationer: Fokus på nordiska förhållanden och känsliga arter och grupper, Linköping, Calluna AB, 2018.

Jechow, A., «Observing the Impact of WWF Earth Hour on Urban Light Pollution: A Case Study in Berlin 2018 Using Differential Photometry», Sustainability 11, n. 3 (2019).

Jechow, A., y F. Hölker, «Snowglow—the Amplification of Skyglow by Snow and Clouds Can Exceed Full Moon Illuminance in Suburban Areas», Journal of Imaging 5, no 8 (2019): 69.

Johannisson, K., Melankoliska rum, Estocolmo, Albert Bonniers Förlag, 2009.

Josefsson, L., «Elegi över ett spinneri», Göteborgs-Posten, 10 Octubre 2019.

Kachi Lodge, Bolivia, 2019. kachilodge.com

Kafka, F. Man hör varandra bättre i mörker: Brev 1918-juni 1920, Lund, Bakhåll, 2014.

Karlsson, B-L., et al., «No Lunar Phobia in Swarming Insectivorous Bats (Family Vespertilionidae)», Journal of Zoology 256, n. 4 (2002).

Kay, J., «Nighttime Lights Reset Birds' Internal Clocks, Threatening

Dawn’s Chorus», National Geographic, 6 Septiembre 2014.

Klarsfeld, A., «At the Dawn of Chronobiology», ESPCI ParisTech Neurobiology Laboratory, 2013.

Knop, E. «Artificial Light at Night as a New Threat to Pollination», Nature 548, n. 7666 (2017).

Konstverket SAMTAL, Museo Jönköpings Läns.

Kronberg, K., et al., Minnet av Narva: Om troféer, propaganda och historiebruk, Lund, Nordic Academic Press, 2018.

Krönström, J., «Control of Bioluminescence: Operating the Light Switch in Photophores from Marine Animals», (Tesis doctoral), Zoologiska institutionen, Universidad de Gotemburgo 2009.

Kunz, T., et al., «Ecosystem Services Provided by Bats», Annals of the New York Academy of Sciences 1223 (2011).

Land, M. F., y D-E. Nilsson, Animal Eyes. Oxford Animal Biology Series, Oxford, Oxford University Press, 2002.

Last, K. S., et al., «Moonlight Drives Ocean-Scale Mass Vertical Migration of Zooplankton during the Arctic Winter», Current Biology 26 (2016).

Lawal, S., «Fireflies Have a Mating Problem: The Lights Are Always On», New York Times, 3 Febrero 2020.

Leanderson, P., «Ljusföroreningar och mörkret som försvann», Arbets-och miljömedicinbloggen (blog), AMM Östergötland, 2018. arbetsochmiljomedicin.se/am/blogg/inlagg/2018-08-30-ljusfororeningar-och-morkret-som-forsvann

Light Pollution Map. lightpollutionmap.info

Liljemalm, A., «Utrotningshotat nattmörker.» Forskning & Framsteg, 15 Marzo 2016.

Longcore, T., y C. Rich, «Ecological Light Pollution», Frontiers in Ecology and the Environment 2, n. 4 (2004).

Lövemyr, A., «Att skapa plats för mörker och natthimlen: Belysning och människan i stadens nattlandskap», SLU, Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-och växtproduktionsvetenskap, 2018.

Lundqvist, Å., «Krönika», Dagens Nyheter, 21 Diciembre 1990.

Macgregor, C. J., et al., «Effects of Street Lighting Technologies on the Success and Quality of Pollination in a Nocturnally Pollinated Plant», Ecosphere 10, n. 1 (2019).

—, «Moth Biomass Increases and Decreases over 50 Years in Britain», Nature Ecology and Evolution 3 (2019).

—, «Pollination by Nocturnal Lepidoptera, and the Effects of Light Pollution: A Review», Ecological Entomology 40 (2015).

Manríquez, P. H., et al., «Artificial Light Pollution Influences Behavioral and Physiological Traits in a Keystone Predator Species, Concholepas concholepas», Science of the Total Environment 661 (2019).

Marsh, G. P., Man and Nature: Or, Physical Geography as Modified by Human Action, Nueva York, Charles Scribner, 1864.

Mårtenson, J., y R. Turander, Kungliga Djurgården, Estocolmo, Wahlström & Widstrand, 2007.

Martini, S., and S. Haddock. «Quantification of Bioluminescence from the Surface to the Deep Sea Demonstrates Its Predominance as an Ecological Trait», Scientific Reports 7 (2017).

Martinson, H., Cikada, Estocolmo, Albert Bonniers Förlag, 1953.

McCarthy, D. D., y K. P. Seidelmann, Time: From Earth Rotation to Atomic Physics, Cambridge, Cambridge University Press, 2018.

McConnell, A., «Effect of Artificial Light on Marine Invertebrate and Fish Abundance in an Area of Salmon Farming», Marine Ecology Progress Series 419 (2010).

McGrane, S., «The German Amateurs Who Discovered Insect Armageddon», New York Times, 4 Diciembre 2017.

McMenamin, M. A. S., The Garden of Ediacara, Nueva York, Columbia University Press, 1998.

Meravi, N., and S. Kumar, «Effect Street Light Pollution on the Photosynthetic Efficiency of Different Plants», Biological Rhythm Research 51 (2020).

Merritt, D. J., y A. Clarke, «The Impact of Cave Lighting on the Bioluminescent Display of the Tasmanian Glow-Worm Arachnocampa tasmaniensis», Journal of Insect Conservation 17, no.1 (2012).

Milosevic, I., y E. McCabe, The Psychology of Irrational Fear, Boston, Greenwood, 2015.

Moore, M. V., «Urban Light Pollution Alters the Diel Vertical Migration of Daphnia», SIL Proceedings 27 (2000).

«Mörkertrilogin», episodios 7–9, Professor Magenta (pódcast).

Morris, H., «The Casino Light Beam That's So Bright It Has Its Own Ecosystem (and Pilots Use It to Navigate)», Telegraph, 24 Agosto 2017.

Murakami, H., 1Q84 (3 vols.), Barcelona, Tusquets, 2011.

Museo Tycho Brahe. landskrona.se/en/se-gora/kultur-noje/museerochkonsthall/the-tycho-brahe-museum

Musila, S., et al., «No Lunar Phobia in Insectivorous Bats in Kenya», Mammalian Biology 95 (2019).

Nagel, T., «What Is It Like to Be a Bat?», Philosophical Review 83, n. 4 (1974).

Nichols, C. A., y K. Alexander, «Creeping in the Night: What Might Ecologists Be Missing?», PLoS ONE 13, n. 6 (2018).

Night on Earth [La Tierra de noche]. Netflix, 2020.

Nilsson, D-E., «Havsmonstrets vakande öga», Forskning & Framsteg, 7 Agosto 2012.

Noche Zero. lightcollective.net/light/ing/noche_zero

Nordstrand, M., «Stökigt med fullmåne», Örnsköldsviks Allehanda, 7 Agosto 2009.

Nygren, A., et al., Ringmaskar: Havsborstmaskar: Annelida: Polychaeta: Aciculata. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna, Uppsala, ArtDatabanken, SLU, 2017.

Nyström, J. «Koralldöden har blivit fem gånger värre», Forskning & Framsteg, 4 Enero 2018.

«Ovanligt mörker över Stockholm oroade många», Dagens Nyheter, 17 Octubre 2017.

Owens, A. C. S., et al., «Light Pollution Is a Driver of Insect Declines», Biological Conservation 241 (2020) (publicado online en Noviembre 2019).

Pape Møller, A., «Parallel Declines in Abundance of Insects and Insectivorous Birds in Denmark over 22 Years», Ecology and Evolution 9, n. 11 (2019).

Perry, G., et al., «Effects of Night Lights on Urban Reptiles and Amphibians», Herpetological Conservation 3 (2008).

Pettit, H., y Agence France-Presse, «Elephants Threatened by Poachers Are Evolving to Become Nocturnal So They Can Travel Safely at Night», Daily Mail, 13 Septiembre 2017.

Pinzón-Rodríguez, A., et al., «Expression Patterns of Cryptochrome Genes in Avian Retina Suggest Involvement of Cry4 in Light-Dependent Magnetoreception», Journal of the Royal Society 15, n. 140 (2018).

Pulgar, J., et al., «Endogenous Cycles, Activity Patterns and Energy Expenditure of an Intertidal Fish Is Modified by Artificial Light Pollution at Night (ALAN)», Environmental Pollution 244 (2019).

Raap, T., et al., «Light Pollution Disrupts Sleep in Free-Living Animals», Scientific Reports 5, n. 13557 (2015).

Rångtell, F., «If Only I Could Sleep—Maybe, I Could Remember» (Tesis doctoral), Institutionen för neurovetenskap, Uppsala universitet, 2019.

Restaurang Svartklubben. svartklubben.com

Riccucci, M., «Lazzaro Spallanzani», Bat Research News 49, n. 4 (2008).

Riccucci, M., y J. Rydell, «Bats in the Florentine Renaissance: From Darkness to Enlightenment», Lynx 48 (2017).

Rich, C., y T. Longcore (eds.), Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, Washington, DC, Island Press, 2006.

Romanes, G. R., Mental Evolution in Animals. With a Posthumous Essay on Instinct by Charles Darwin, Cambridge, Cambridge University Press, 1883.

Russ, A., et al., «Seize the Night: European Blackbirds (Turdus merula) Extend Their Foraging Activity under Artificial Illumination», Journal of Ornithology 156 (2015).

Rybnikova, N., y B. A. Portnov, «Population-Level Study Links ShortWavelength Nighttime Illumination with Breast Cancer Incidence in a Major Metropolitan Area», Chronobiology International 35, n. 9 (2018).

Rydell, J., et al., «Age of Enlightenment: Long-Term Effects of Outdoor Aesthetic Lights on Bats in Churches», Royal Society Open Science 4, n. 8 (2017).

—, «Dramatic Decline of Northern Bat Eptesicus nilssonii in Sweden over 30 Years», Royal Society Open Science 7, n. 2 (2020).

Salleh, A., «Light Pollution Delays Wallaby Reproduction and Puts Joeys at Risk», ABC News, 30 Septiembre 2015.

Sánchez-Bayo, F., y K. A. G. Wyckhuys, «Worldwide Decline of the Entomofauna: A Review of Its Drivers», Biological Conservation 232 (2019).

Sandberg, S., Mørke—stjerner, redsel og fem netter på Finse, Oslo, Samlaget, 2019.

Santos, C. D., «Effects of Artificial Illumination on the Nocturnal Foraging of Waders», Acta Oecologica 36, n. 2 (2010).

Saving Nemo Conservation Fund. savingnemo.org

Scharping, N., «Why China's Artificial Moon Probably Won't Work», Astronomy, 26 Octubre 2018.

Schoppert, S., «Emerging from the Darkness: 9 Creation Myths from Different Cultures», History Collection, 2017. historycollection .com/emerging-darkness-9-bizarre-creation-myths

Segedin, K., «Every Turtle Featured in Harrowing Planet Earth II Segment Was Saved», BBC Earth, 2016.

Sempler, K., «Den märkliga manicken från Antikythera», Ny Teknik, 3 Marzo 2009.

—, «När Stockholm fick elektriskt ljus», Ny Teknik, 4 Febrero 2018.

Singhal, R. K., et al., «Eco-physiological Responses of Artificial Night Light Pollution in Plants», Russian Journal of Plant Physiology 66 (2019).

Skvareninová, J., et al., «Effects of Light Pollution on Tree Phenology in the Urban Environment», Moravian Geographical Reports 25, n. 4 (2017).

SMHI Kunskapsbank. smhi.se/kunskapsbanken

Smith, M., «Time to Turn Off the Lights», Nature 457, n. 27 (2009).

Söderström, B., Hur tänker din katt? Estocolmo, Bonnier Fakta, 2016.

Solly, M., «Swarms of Grasshoppers Invading Las Vegas Are Visible on Radar», Smithsonian Magazine, 30 Julio 2019.

«Some Like It Dark: Light Pollution and Salmon Survival», Fish Report, 4 Junio 2018.

Sperling, N., «The Disappearance of Darkness», en Light Pollution, Radio Interference, and Space Debris, Astronomical Society of the Pacific Conference Series 17 (1991), L. Crawford (ed.).

Stagnelius, E. J., Vän! Iförödelsens stund, Modernista (publicación electrónica), 2016.

Steinbach, R., «The Effect of Reduced Street Lighting on Road

Casualties and Crime in England and Wales: Controlled Interrupted Time Series Analysis», Journal of Epidemiology & Community Health 69, n. 11 (2015).

Stevens, R. G., «What Rising Light Pollution Means for Our Health», BBC Future, 2016.

Stone, T., «Light Pollution: A Case Study in Framing an Environmental Problem», Ethics, Policy & Environment 20, n. 3 (2017).

—, «The Value of Darkness: A Moral Framework for Urban Nighttime Lighting», Science Engineering Ethics 24 (2018).

Strindberg, A., Om det allmänna missnöjet, dess orsaker och botemedel, Estocolmo, Albert Bonniers Förlag, 1884.

Strömdahl, H., «Candela—grundenheten för grundstorheten ljusstyrka», Kemivärlden Biotech med Kemisk Tidskrift 2 (2015).

Svensson, A. M., y J. Rydell, «Mercury Vapour Lamps Interfere with the Bat Defence of Tympanate Moths (Operophtera spp.; Geometridae)», Animal Behaviour 55, n. 1 (1998).

Svensson, A. M., et al., «Avoidance of Bats by Water Striders (Aquarius najas, Hemiptera)», Hydrobiologia 489 (2002).

Svensson, P., Ålevangeliet: Berättelsen om världens mest gåtfulla fisk, Estocolmo, Albert Bonniers Förlag, 2019.

Sveriges Radio P4 Sjuhärad, «Ljuset är nästa miljökatastrof», 9 Enero 2018.

Sveriges Radio P1, «Fysikpristagaren Peebles tog fram universums recept», Vetandets värld, 5 Diciembre 2019.

Sveriges Radio P1, «Så påverkas naturen av allt mer ljus», Naturmorgon, 30 Diciembre 2017.

Sveriges Radio P1, «Utflykter i natten—och älgar som far illa av varma somrar», Naturmorgon, 30 Noviembre 2019.

Sveriges Radio P1, «Vem äger mörkret?», Vetenskapsradion Klotet, 19 Agosto 2015.

SVT Nyheter, «Mångalen?—Inte så galet», 11 Noviembre 2011.

SVT Nyheter, «Upplysta städer knäcker nattdjur», 8 Julio 2019.

Tähkämö, L., et al., «Systematic Review of Light Exposure Impact on Human Circadian Rhythm», Chronobiology International 36, n. 2 (2018).

Tanizaki, J. Elogio de la sombra, Madrid, Alianza, 1998.

Thomson, G., Encyclopedia of Religion: Light and Darkness, Nueva York, Macmillan Reference, 2005.

Tidskriften Pilgrim 1 (2009).

Touzot, M., et al., «Artificial Light at Night Disturbs the Activity and Energy Allocation of the Common Toad during the Breeding Period», Conservation Physiology 7, n. 1 (2019).

Tracy Aviary. tracyaviary.org

Van Doren, B. M., et al., «High-Intensity Urban Light Installation Dramatically Alters Nocturnal Bird Migration», Proceedings of the National Academy of Sciences 114, no 42 (2017).

Van Langervelde, F., et al., «Declines in Moth Populations Stress the Need for Conserving Dark Nights», Global Change Biology 24, n. 3 (2018).

Vogel, G., «Where Have All the Insects Gone?», Science, 10 Mayo 2017.

Voigt, C. C., et al., «Guidelines for Consideration of Bats in Lighting Projects», EUROBATS Publication Series n. 8, Nairobi, UNEP, 2018.

Wallace, D. R., Beasts of Eden: Walking Whales, Dawn Horses, and Other Enigmas of Mammal Evolution, Berkeley, University of California Press, 2004.

Westerdahl, C., «Kulturhistoria och grottor», Svenska grottor 5, Sveriges Speleologförbund, 1982.

Wheeling, K., «Artificial Light May Alter Underwater Ecosystems», Science, 28 Abril 2015.

Whyte, C., «Light Pollution's Effects on Birds May Help to Spread West Nile Virus», New Scientist, 24 Julio 2019.

Winger, B. M., et al., «Nocturnal Flight-Calling Behavior Predicts Vulnerability to Artificial Light in Migratory Birds», Proceedings of the Royal Society B 286 (2019).

Wistrand, S., «Eugène Jansson—inte bara blåmålare», Kulturdelen, 26 Junio 2015.

Witherington, B. E., et al., «Understanding, Assessing, and Resolving Light Pollution Problems on Sea Turtle Nesting Beaches», Technical Report TR2, Tallahassee, Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, 2014.

Wright Jr., K. P., et al., «Entrainment of the Human Circadian Clock

to the Natural Light-Dark Cycle», Current Biology 23 (2013).

Zachos, E., «Too Much Light at Night Causes Spring to Come Early», National Geographic, 28 Junio 2016.

Zdanowicz, C., «Hordes of Grasshoppers Have Invaded Las Vegas», CNN, 27 Julio 2019.

Zhang, Z., «Man-Made Moon to Shed Light on Chengdu in 2020», China Daily, 19 Octubre 2020.

Zubidat, A. E., y A. Haim, «Artificial Light at Night: A Novel Lifestyle Risk Factor for Metabolic Disorder and Cancer Morbidity», Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology 28, n. 4 (2017).